corso di
RADIOTECNICA

pubblicazione settimanale - 25 febb. - 4 marzo 1961 - un fascicolo lire 150 **22°** numero

corso di
RADIOTECNICA

settimanale a carattere culturale

Direzione, Amministrazione, Pubblicità:
Via dei Pellegrini 8/4 - Telef. 593.478
MILANO

Ogni fascicolo — contenente 3 lezioni — costa lire 150, acquistato alle edicole.

Se l'edicola risulta sprovvista, o si teme di rimanere privi di qualche numero, si chieda invio settimanale direttamente al proprio domicilio a mezzo abbonamento.

Il versamento per ricevere i 52 fascicoli costituenti l'intero Corso è di lire 6500 + I.G.E. = lire 6630. A mezzo vaglia postale, assegno bancario, o versamento sul conto corr. postale 3/41.203 del « Corso di RADIOTECNICA » - Via dei Pellegrini 8-4 - Milano. In ogni caso, scrivere in modo molto chiaro e completo il proprio indirizzo.

L'abbonamento può essere effettuato in qualsiasi momento; si intende comprensivo delle lezioni pubblicate e dà diritto a ricevere tali lezioni, che saranno inviate con unica spedizione.

Estero: abbonamento al Corso, Lit. 8.500. ($ 15). Numeri singoli Lit. 300 ($ 0,50).

Per i cambi di indirizzo durante lo svolgimento del Corso, unire lire 100, citando sempre il vecchio indirizzo.

Fascicoli singoli arretrati — se disponibili — possono essere ordinati a lire 300 cadauno. Non si spedisce contrassegno.

Distribuzione alle edicole di tutta Italia: Diffus. Milanese . Via Soperga, 57 - Milano.

Direttore responsabile: Giulio Borgogno.

Autorizzaz. N. 5357 - Tribunale di Milano.

Stampa: Intergrafica S.r.l. - Cologno Monzese.

La Direzione non rivende materiale radio; essa può comunicare, se richiesta, indirizzi di Fabbricanti, Importatori, Grossisti ecc. in grado di fornire il necessario ed ai quali il lettore può rivolgersi direttamente.

Alla corrispondenza con richiesta di informazioni ecc. si prega allegare sempre il **francobollo per la risposta.**

Parte del testo e delle illustrazioni è dovuta alla collaborazione del Bureau of Naval Personnel, nonchè al Dept. of the Army and the Air Force - U.S.A.

A chi può essere utile questo Corso? Anzitutto — stante la sua impostazione — il Corso, basato sull'esposizione in forma a tutti accessibile, della radiotecnica, dai suoi elementi basilari alla evoluzione più recente, rappresenta la forma ideale per tutti coloro che intendono dedicarsi all'elettronica, sia come forma ricreativa sia — soprattutto — per l'acquisizione di una professione specializzata che possa procurare loro una posizione di privilegio in seno alla società odierna.

Anno per anno, la nostra civiltà si indirizza sempre più verso questa meravigliosa, si potrebbe dire fascinosa, elettronica, che nel modo più evidente consente sviluppi impensati, progressi grandiosi e una rapida evoluzione di tutti gli altri rami dello scibile che essa tocca e influenza.

L'industria, tutta l'industria, nel senso più ampio, da quella elettrotecnica a quella meccanica, alla metallurgica, alla chimica ecc., con i suoi laboratori di ricerca e le sue fabbriche richiede, e richiederà sempre più, con un ritmo rapidamente crescente, tecnici specializzati con conoscenza dell'elettronica, tecnici specificatamente elettronici e persino operai e impiegati di ogni ordine e categoria con cognizioni di elettronica.

Si può dire che anche le branche commerciali, quelle dei trasporti e persino quelle amministrative con le recenti introduzioni delle calcolatrici, abbisognano di personale che conosca i principi dell'elettronica, le macchine relative, il loro pieno sfruttamento, la eventuale riparazione ecc. e, quanto più in modo completo, quanto meglio.

Nasce, da una tale situazione, una logica conseguenza: per la scelta di una professione o di un mestiere, per un miglioramento della propria posizione sociale, per l'intrapresa di una libera attività o anche per la sola acquisizione di cognizioni che indubbiamente verranno oltremodo utili, è quanto mai opportuno riflettere se non sia conveniente dedicare un po' di tempo allo studio di questa scienza che ha tra l'altro il pregio di rendersi immediatamente attraente, concreta, accessibile e foriera di moltissime soddisfazioni.

A questo scopo appunto, e con questi intenti, è stato redatto questo Corso.

Non mancano invero altri corsi (specie per corrispondenza) o scuole di radiotecnica, nè mancano (sebbene siano in numero del tutto inadeguato) scuole statali o pareggiate ma la struttura e l'impostazione che caratterizzano queste 156 lezioni sono alquanto particolari, presentando non pochi vantaggi sulle diverse altre forme di cui si è detto.

Anzitutto vogliamo porre in evidenza **il fattore economico.**

Frequentare regolarmente, durante tutto l'anno, una scuola è certo il modo più logico — anche se non il più rapido — per apprendere ma, tralasciando il fatto che rarissimi sono gli Istituti di radiotecnica, è a tutti possibile dedicarsi esclusivamente, e per l'intero anno, allo studio? Noi riteniamo che chi può farlo costituisca oggi assai più l'eccezione che la regola. Ciò significa infatti poter disporre liberamente del proprio tempo senza avere la necessità di un contemporaneo guadagno: il nostro Corso permette a chiunque di studiare a casa propria, nelle ore libere dal lavoro, senza abbandonare o trascurare quest'ultimo. Ciò caratterizza invero anche altri corsi, ma il vantaggio economico diviene notevole ed evidentissimo se si considera che di fronte all'esborso, anche se rateale, di quasi 80.000 lire che i corsi per corrispondenza richiedono, seguendo il nostro Corso la spesa in un anno risulta di poco più di 7500 lire (150 lire alla settimana presso un'edicola) o di 6630 lire totali, con recapito postale, settimanale, delle lezioni a domicilio.

E' superfluo dire che la Modulazione di Frequenza, i transistori, i circuiti stampati, la trasmissione, il telecomando ecc. sono argomenti integrali del Corso e non costituiscono motivo di corsi speciali, aggiunti o particolari.

Le lezioni di questo Corso — a differenza di molte altre — non sono stampate con sistemi di dispensa, a ciclostile, o con sistemi più o meno analoghi, derivanti cioè da un originale battuto a macchina da scrivere; esse sono stampate in uno stabilimento grafico, con chiari caratteri tipografici da cui deriva una assai più agevole lettura e — fattore certamente di non secondaria importanza — un contenuto molto più ampio, corrispondendo una pagina a stampa a tre o quattro pagine di quelle citate. Il lettore avrà, alla fine del Corso, un volume di ben 1248 pagine di grande formato!

Chiunque, indipendentemente dall'età, dalla professione e dalle scuole compiute **può seguire il Corso.** Alle esposizioni teoriche si abbinano numerose, attraenti, istruttive ed utili descrizioni che consentono la realizzazione di ricevitori, amplificatori, strumenti vari e persino di trasmittenti su onde corte.

A questo proposito è sintomatico il fatto che la Direzione non vuole assolutamente assumere la fisionomia di un fornitore o commerciante di materiale radio, rivendendo agli allievi le parti necessarie. Il materiale occorrente l'interessato può acquistarlo dove e come meglio crede e, assai spesso anzi, già ne dispone. Viene così evitato l'acquisto forzoso, caratteristico più o meno di tutti gli altri corsi.

Anche chi è già radiotecnico, anche chi ha seguito o segue altri corsi troverà il massimo tornaconto in questo completo ed aggiornato lavoro. Molte nozioni, è logico, saranno note, altre un po' meno e sarà utile rinfrescarle, e il tutto infine costituirà un manuale di consultazione, prezioso tanto per la teoria esposta quanto per i numerosi schemi, per le tabelle, per i grafici, gli elenchi, i dati, il vocabolario dei termini ecc.

Concludendo, si può affermare che questo **Corso di Radiotecnica** oltre che come insegnamento graduale si presenta come **enciclopedia e rivista assieme** ciò che permette di formare — con modestissima spesa — **il più completo, ricco, utile e pratico volume di radiotecnica di cui sia dato oggigiorno disporre.**

VALVOLE MULTIPLE e SPECIALI

Fino ad ora, ci siamo occupati di valvole termoioniche realizzate in versioni relativamente semplici. Abbiamo visto cioè diodi, triodi, tetrodi e pentodi, sia ad accensione diretta che ad accensione indiretta.

Questi tipi di valvole non sono però gli unici esistenti. La tecnica elettronica — infatti — con i suoi sviluppi progressivi, ha portato alla realizzazione di valvole diverse e più complesse, delle quali diremo nella presente lezione.

Abbiamo visto, oltre alla rilevante influenza della griglia controllo, come la presenza di altre griglie influisca sul comportamento della valvola a seconda della tensione relativa ad esse applicate. Il principio è stato ulteriormente sfruttato, creando perciò valvole più complesse del pentodo.

Oltre a ciò, la tecnica moderna tende sempre più a ridurre il costo delle apparecchiature, ed a diminuirne le dimensioni. In base a questi princìpi si è pervenuti all'unione di più valvole, creando le valvole multiple. Esse non sono altro che valvole a caratteristiche analoghe a quelle a noi note, riunite in un unico bulbo di vetro. Si possono avere due o più unità, adatte ad assolvere compiti tra loro complementari o anche completamente indipendenti.

Le valvole multiple offrono anzitutto il vantaggio di avere un unico zoccolo per il collegamento esterno. I piedini cui fanno capo i vari elettrodi — ovviamente in numero maggiore che non per una valvola semplice — sono disposti in modo da consentire collegamenti brevissimi, ciò che evita spesso accoppiamenti indesiderati con altri componenti dell'apparecchio. In una parola, si tratta dello sfruttamento di princìpi in seguito ai quali l'apparecchiatura realizzata si presenta più compatta, e più razionale.

Esistono poi altri tipi di valvole che possiamo includere in questo esame che ha per oggetto le valvole speciali: sono quelli adatti al funzionamento su frequenze elevatissime. Altri tipi ancora, sono quelli il cui compito consiste nel fornire indicazioni ottiche sul comportamento di alcuni circuiti (ad esempio, il classico « occhio magico »).

Per ultime, citiamo le valvole a gas, che hanno un campo di applicazione rilevante, specialmente nel ramo dell'elettronica industriale.

Analizziamo ora i tipi ai quali abbiamo fatto cenno.

VALVOLE MULTIGRIGLIA

La valvola più complessa fino ad ora da noi considerata è il pentodo, che — come sappiamo — è provvisto di cinque elettrodi, e precisamente un catodo, tre griglie, ed una placca.

Tutte le valvole provviste di un numero di griglie superiore a tre possono essere definite *valvole multigriglia*. Ad esempio, se si aggiunge una griglia al pentodo, si ottiene *l'esodo*, il cui schema elettrico è illustrato alla **figura 1**. Questo tipo di valvola non ha attualmente applicazioni pratiche.

L'aggiunta di una quinta griglia trasforma l'esodo in *eptodo*, illustrato alla **figura 2**, che viene invece spesso adottato nelle apparechiature elettroniche.
Come vedremo allorchè ci occuperemo del ricevitore a circuito detto supereterodina, l'eptodo è una delle valvole mediante le quali si può facilmente convertire un segnale di determinata frequenza in un altro avente una frequenza diversa, lasciandone invariate le caratteristiche di modulazione.

L'eptodo, valvola pentagriglia, viene a volte usato anche nei circuiti a Bassa Frequenza per i dispositivi di compressione e di espansione del segnale, impiegati — come vedremo — negli impianti di registrazione e di riproduzione del suono.

Se all'eptodo si aggiunge una sesta griglia, si ottiene *l'ottodo*, illustrato alla **figura 3**. Anche questa valvola viene comunemente impiegata per la conversione di frequenza nei ricevitori supereterodina.

Ricordiamo qui che, per facilitare l'indicazione di una griglia, allorchè si parla o si descrive un circuito, le griglie vengono numerate con numeri progressivi a partire da quella più prossima al catodo. Così abbiamo — ad esempio in un pentodo — come prima griglia (G_1) la griglia pilota o di controllo, come seconda griglia (G_2) la griglia schermo, e come terza griglia (G_3) il soppressore. Le funzioni ora indicate non sono però tassative, in quanto la terza griglia di un pentodo può — alla occorrenza — essere usata diversamente, sempre che si tratti di una valvola in cui essa non è connessa al catodo internamente al bulbo; tuttavia essa sarà sempre indicata come G_3.

Così in un ottodo abbiamo le griglie 1, 2, 3, 4, 5, e 6, alle quali non è possibile attribuire una funzione fissa e determinata, come nel caso del pentodo; la funzione varia a seconda delle caratteristiche del circuito in cui la valvola deve essere impiegata.

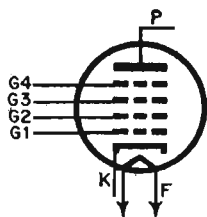



Fig. 1 - Simbolo schematico dell'esodo ad accensione indiretta.

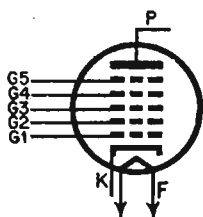



Fig. 2 - Simbolo schematico dell'eptodo ad accensione indiretta.

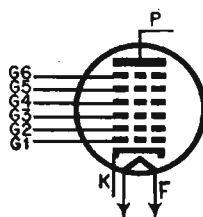



Fig. 3 - Simbolo schematico dell'ottodo ad accensione indiretta.

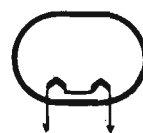



Fig. 4 A - Collegamento in serie dei due filamenti in una valvola multipla.

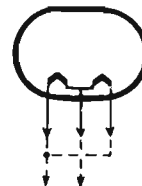



Fig. 4 B - Collegamento in parallelo dei due filamenti in una valvola multipla.

Le applicazioni di queste valvole verrano elaborate di volta in volta, e il lettore avrà diverse occasioni di familiarizzare con esse.

VALVOLE MULTIPLE

L'esempio più semplice di abbinamento di valvole in un unico bulbo, già noto al lettore, è il *doppio diodo*, usato, come abbiamo visto, nei circuiti di rettificazione a due semionde. Questo tipo di valvola viene realizzato anche con caratteristiche totalmente diverse, tali da caratterizzarne il funzionamento con tensione e corrente anodica notevolmente inferiori, e con capacità interelettrodica trascurabile. In tal caso, esso serve per impieghi con radiofrequenza, come ad esempio per la rivelazione di segnali a modulazione di frequenza, e per altri scopi che in seguito conosceremo.

Prima di elencare i principali tipi di valvole multiple, è bene accennare alla soluzione in esse adottata per quanto riguarda il collegamento dei relativi filamenti. Come si nota osservando la **figura 4-A**, è possibile avere una valvola a due filamenti, aventi caratteristiche eguali tra loro, conessi in serie, atti a riscaldare due diversi catodi.

La tensione di accensione viene applicata così tra due soli piedini, nel modo consueto. In figura 4-**B** è illustrato invece il caso di due filamenti che, pur sempre in serie — e assolutamente eguali fra loro sia come tensione di accensione che come corrente — come è visibile nella figura, possono esere collegati sia in serie che in parallelo. Nel primo caso, il piedino facente capo al punto in comune tra i due filamenti resta inutilizzato. Se, ad esempio, essi necessitano entrambi di una tensione di 6 volt e di una corrente di 100 milliampére, si applicherà una tensione di 12 volt (2 × 6), e la corrente resterà di 100 milliampére. Viceversa, se le due estremità vengono unite, esse costituiscono « uno » dei terminali, mentre il secondo sarà il piedino comune ad entrambi i filamenti. In tal caso i filamenti vengono a trovarsi in parallelo, per cui — per una coretta accensione — occorrerà una tensione di 6 volt, ed una corrente doppia, ossia 200 milliampére.

Agli effetti del catodo, per le valvole multiple esso può essere unico ed in comune per le unità contenute nel bulbo, oppure possono esservi due o più catodi separati. Nel primo caso le griglie delle varie sezioni potranno avere il medesimo potenziale se polarizzate come indicato nella **figura 5-A,** oppure potenziali diversi se polarizzate come indicato nella figura 5-**B.** Ovviamente, se i catodi sono separati, la polarizzazione è indipendente.

Le valvole multiple vengono realizzate in un numero di tipi talmente elevato che non è possibile praticamente elencarle tutte. La **figura 6** ne illustra gli esempi più comuni. In essa si nota che in alcuni casi (vedi ad esempio il triodo-esodo), tra le due unità si hanno uno o più elettrodi in comune, collegati interamente alla valvola.

Attualmente sono in corso di studio valvole multiple contenenti tre o anche quattro unità separate, il che — ripetiamo — consente notevoli economie di costo e di spazio.

I vari tipi di valvole multiple verranno analizzati in pratica in occasione dello studio dei circuiti in cui se ne fa uso. Il lettore tenga presente, comunque, che ciò non costituisce difficoltà, in quanto, agli effetti pratici, tutto funziona e può essere considerato come se le valvole fossero in bulbi separati, e consistessero in unità a sè stanti.

VALVOLE a GAS

Durante la fabbricazione delle valvole ad alto vuoto, è necessario asportare dall'interno del bulbo la maggior parte possibile di aria. Dal momento che il vuoto è un buon isolante, è possibile far funzionare dette valvole con una notevole d.d.p. tra placca e catodo, senza pericolo che si verifichino scariche all'interno. Tuttavia, un inconveniente della valvola ad alto vuoto in se stessa è rappresentato dal fatto che la corrente di placca è debole in quanto il catodo è l'unica sorgente di elettroni; nel caso in cui si abbisogna di correnti notevoli, è necessario ricorrere all'uso di valvole contenenti gas.

Una valvola a gas non è altro che una comune valvola nella quale è stato introdotto un piccolo quantitativo di gas, che generalmente è neon, o argo, o vapore di mercurio. Dal momento che detto gas è contenuto a bassissima pressione, la valvola viene ad essere a « basso vuoto ». La differenza essenziale dalla valvola normale consiste nel fatto che, mentre nella valvola ad alto vuoto la griglia ha un controllo assoluto sulla corrente che percorre la valvola, nel tipo a gas detto con-

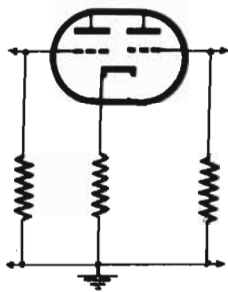



Fig. 5 A — In questo caso, lè griglie dei due triodi hanno la medesima tensione di polarizzazione.

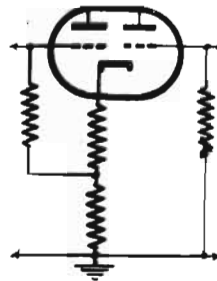



Fig. 5 B — Mediante due resistenze in serie al catodo, è possibile polarizzare le griglie diversamente.

trollo viene a mancare non appena il gas, ionizzato, diventa conduttore.

La **figura 7** illustra la rappresentazione schematica di alcuni tipi di valvole a gas. La presenza di questo ultimo viene di solito rappresentata dal « puntino » contenuto nell'interno del circolo di contorno.

La conduzione elettrica nelle valvole a gas

Gli elettroni che si spostano dal catodo alla placca, nelle valvole a gas urtano contro le molecole del gas stesso; allorchè l'urto avviene con una velocità sufficiente, le molecole colpite perdono uno o più elettroni. Questi si uniscono alla normale corrente elettronica provocando — a loro volta — ulteriori collisioni, e quindi un aumento progressivo della corrente stessa. Le molecole che hanno perso gli elettroni diventano ioni positivi; il processo che determina la perdita di elettroni viene denominato **ionizzazione.** Una valvola a gas ionizzata, presenta perciò, internamente, molecole, ioni ed elettroni.

La corrente elettronica, mentre viene considerevolmente aumentata grazie al processo di ionizzazione, si dirige velocemente verso la placca. Gli ioni positivi, più pesanti, si spostano, molto più lentamente, verso il catodo (negativo); non appena giungono in prossimità di quest'utimo, neutralizzano la carica spaziale negativa, col risultato che il catodo viene a trovarsi automaticamente in condizioni di poter emettere elettroni con maggiore facilità: ciò determina il raggiungimento della corrente di saturazione. In altre parole, non appena il gas è ionizzato, il catodo emètte tutti gli elettroni che può emettere, e tutti possono raggiungere la placca. La resistenza di placca, di conseguenza, avrà un valore molto basso.

Potenziale di ionizzazione

Per poter staccare gli elettroni da una molecola di gas, è necessario che gli elettroni di urto colpiscano la stessa con una velocità considerevole. Il potenziale tra placca e catodo accelera gli elettroni sino alla velocità necessaria. Questo potenziale deve raggiungere un certo livello prima che la ionizzazione abbia inizio. Il potenziale minimo necessario viene denominato *potenziale di ionizzazione* o punto di innesco. Non appena la ionizzazione ha luogo, si ottiene un flusso notevole di corrente con tensione relativamente bassa.

Potenziale di estinzione

La ionizzazione, una volta iniziata, (essa causa una specie di incandescenza del gas) persiste anche se il potenziale viene poi ridotto al di sotto del valore di innesco. Naturalmente, la ionizzazione cessa e la corrente si interrompe se detto potenziale viene ulteriormente ridotto al di sotto di un dato limite. Questo limite è noto come *potenziale di estinzione.* Grazie ad esso, è possibile usare una valvola a gas come interruttore elettronico. Infatti, alcuni valori del potenziale anodico permettono il passaggio della corrente anodica, esattamente come avviene quando si chiude il circuito di un interruttore, mentre altri lo impediscono così come se l'interruttore fosse aperto. In altre parole, una valvola a gas ha una resistenza di placca di valore molto basso quando la valvola conduce; ne deriva che tale tipo di valvola può essere considerato, in pratica, un buon interruttore.

Tensione inversa

In qualsiasi valvola, di norma, la corrente può scorrere in una sola direzione, e, precisamente, dal catodo alla placca. Abbiamo visto che quando la valvola viene usata come rettificatrice, sull'anodo è presente una tensione a c.a., per cui quest'ultimo è a volte positivo e a volte negativo rispetto al catodo. Nel primo caso la valvola conduce corrente, e, nel secondo caso, il passaggio della corrente viene impedito.

Nel caso della valvola a gas, è necessario evitare sempre di applicare alla placca una tensione alternata eccessiva. Il gas a bassa pressione non è un buon isolante quanto il vuoto: una tensione troppo alta può ionizzare il gas e determinare un passaggio di corrente anche se la placca è negativa rispetto al catodo. Ciò avviene quando gli ioni positivi residui presenti all'interno della valvola, vengono attratti dalla placca negativa, urtando contro le molecole del gas e determinando la formazione di altri ioni. Se la tensione alternata è eccessiva, è perciò possibile il passaggio di una forte corrente dalla placca al catodo.

La massima tensione di picco che è possibile applicare alla placca di una valvola a gas prima che si produca la corrente inversa, è detta *massima tensione in-*

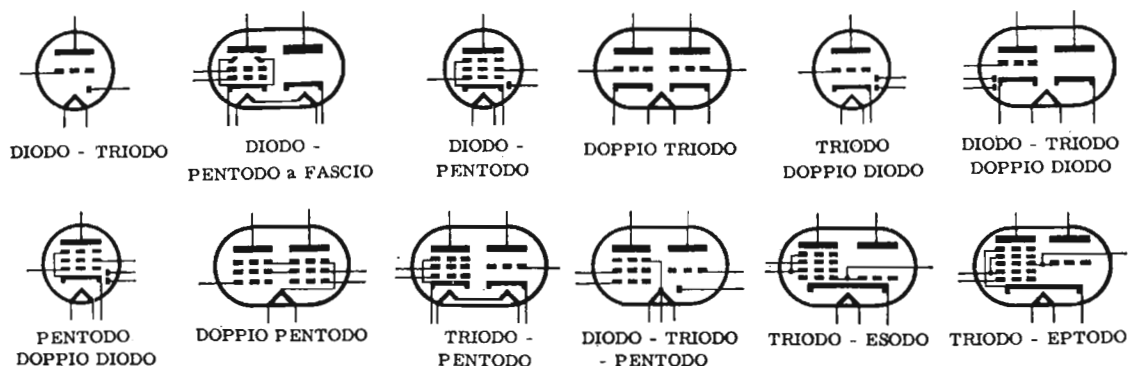



Fig. 6 — Simboli schematici delle valvole multiple di uso più comune. Le combinazioni sono però molto più numerose. Come si nota, la denominazione dipende esclusivamente da quella delle unità contenute nel bulbo.

versa, e viene normalmente denunciata dal fabbricante insieme alle altre caratteristiche della valvola. E' importante evitare di applicare tensioni maggiori della massima consentita, specie se si tratta di una valvola rettificatrice a gas, poichè la corrente inversa può danneggiarla irrimediabilmente.

La massima tensione inversa di una valvola diminuisce con l'aumentare della frequenza della tensione alternata applicata. Se la frequenza è alta, gli ioni hanno una disponibilità di tempo minore per ricombinarsi con gli elettroni negli intervalli che sussistono tra i picchi della tensione applicata.

DIODI a GAS

Tipi a catodo freddo

Le classiche lampade al neon, **(figura 8)** sono un esempio di diodi a gas a catodo freddo. Allorchè il catodo e l'anodo hanno la medesima forma e le medesime dimensioni, la lampada può condurre corrente in entrambe le direzioni, in relazione al solo potenziale, in quanto entrambi gli elettrodi sono egualmente buoni emettitori di elettroni. Quando invece uno degli elettrodi ha una superficie notevolmente superiore a quella dell'altro, l'elettrodo di dimensioni maggiori diventa il catodo (in quanto emettitore più attivo); in questo caso la lampada può condurre in una sola direzione.

Dal momento che in queste valvole il catodo non viene riscaldato, la ionizzazione non può avere inizio a causa della emissione di elettroni da parte di quest'ultimo. La ionizzazione viene determinata dalla presenza dei pochi ioni ed elettroni dovuti ai raggi cosmici e ad altri fenomeni di ionizzazione. Poichè si hanno pochi elettroni, il potenziale di innesco è più alto che non nei tipi a catodo caldo. In particolare, la classica lampada al neon è incostante nel suo funzionamento in quanto il potenziale di innesco varia di volta in volta, col variare delle radiazioni presenti, dalla temperatura ambiente, ecc.

La lampada al neon allorchè è attraversata dalla corrente, dà una certa luminescenza, dovuta alla combinazione degli ioni positivi con gli elettroni emessi. Il colore della luce, normalmente rosso-arancione, dipende dal gas o dai gas. La luminescenza si produce soltanto in prossimità del catodo, ossia dell'elettrodo negativo. Tuttavia, se si applica una tensione alternata, la luminescenza si presenta in prossimità di entrambi gli elettrodi, poichè entrambi assumono alternativamente il ruolo di catodo.

Un campo elettromagnetico di onde a radiofrequenza può determinare la ionizzazione di una lampada a gas; perciò, le lampade al neon possono essere usate per rivelare la presenza di campi a radiofrequenza. A tale scopo, è sufficiente fissare la lampada ad un supporto isolante e portarla il più possibile vicino all'antenna irradiante di cui si desidera constatare il funzionamento. Il supporto isolante evita il contatto della mano direttamente col circuito; è importante ricordare che, nei circuiti ad Alta Frequenza con notevole potenza, si hanno spesso anche tensioni anodiche pericolosamente alte.

Un altro uso importante della lampada a gas (di cui ci siamo già occupati a pagina 393), è la regolazione di tensione. Infatti, abbiamo visto che quando un gas è ionizzato, la caduta di tensione tra i due elettrodi della valvola resta costante anche se la corrente che la percorre subisce delle variazioni. Tale tipo di lampada viene usato perciò vantaggiosamente come regolatore di tensione nei circuiti di alimentazione da cui si richiede l'erogazione di una tensione costante.

Tipi a catodo caldo

Un altro tipo di diodo a gas, destinato unicamente all'impiego come rettificatore, è il diodo a catodo caldo, nel quale, generalmente, il gas contenuto è argo o vapore di mercurio.

La **figura 9** illustra un esemplare di questo tipo di valvola. Essa viene generalmente usata negli apparecchi per la ricarica delle batterie, in quanto permette il passaggio di una corrente assai più elevata di quella che è possibile far passare in un comune diodo ad alto vuoto. Analogamente a quest'utimo, il diodo a gas a catodo caldo può essere utilizzato come rettificatore di una semionda, ed è possibile naturalmente utilizzarne due per la rettificazione di due semionde contemporaneamente.

Nel diodo a catodo caldo la ionizzazione viene aiutata dalla presenza degli elettroni emessi dal filamento o catodo, per cui l'innesco è possibile con potenziali di

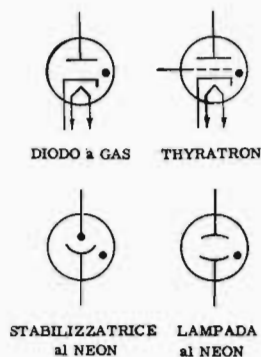



Fig. 7 — Simboli schematici di valvole a gas.

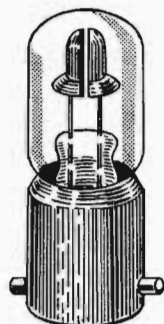



Fig. 8 - Aspetto di una lampada a gas.

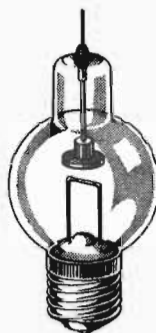



Fig. 9 - Lampada a gas a catodo caldo.

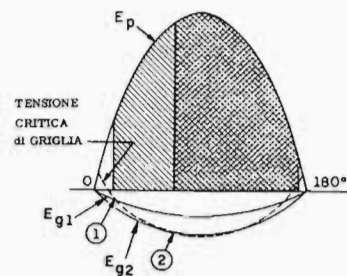



Fig. 10 — Grafico illustrante il rapporto tra la tensione di griglia ed il punto di innesco in un « thyratron ».

placca inferiori a quelli necessari per i diodi a catodo freddo.

Nelle valvole rettificatrici a vapori di mercurio, si trova una piccola quantità di mercurio liquido all'interno del bulbo. Il gas si forma allorchè, a causa della temperatura del catodo, una piccola quantità di mercurio evapora. Il funzionamento non può quindi aver luogo se il mercurio non è evaporato. Per questo motivo è sempre necessario provvedere in primo luogo alla accensione del filamento, lasciando un intervallo di tempo variabile dai 30 ai 60 secondi prima di dare il potenziale alla placca.

TRIODI a GAS

Nei triodi a gas esiste una griglia che può controllare il potenziale di innesco. Tale tipo di valvola prende il nome di « thyratron ». Sappiamo ora, che, nelle valvole a gas, la ionizzazione viene innescata da una debole corrente, la quale ha inizio non appena è raggiunto il potenziale di ionizzazione; nel « thyratron », la griglia posta in prossimità del catodo può controllare l'ammontare di tale corrente di innesco.

Supponiamo che la griglia di un « thyratron » abbia un potenziale negativo superiore a quello necessario per l'interdizione, ossia che manchi completamente la corrente di placca, e supponiamo di ridurre gradatamente tale polarizzazione. Quando la corrente di placca inizia a scorrere, il suo valore raggiunge molto rapidamente quello di saturazione della valvola. Non appena si è manifestata la corrente di placca, la griglia perde la sua funzione di controllo. Essa può allora diventare molto più negativa, anche oltre il punto di interdizione, senza minimamente influenzare detta corrente, per bloccare la quale è invece necessario ridurre la tensione di placca al di sotto del potenziale di estinzione.

Il fenomeno precedentemente descritto è causato dal fatto che, non appena ha inizio la corrente anodica, si producono ioni positivi a causa delle collisioni tra gli elettroni e le molecole del gas. Alcuni di tali ioni vengono attratti dal catodo mentre altri si dirigono verso la griglia. Questi ultimi tendono a rendere la griglia positiva, neutralizzando di conseguenza l'azione del suo potenziale negativo: contemporaneamente, gli ioni attratti dal catodo neutralizzano la carica spaziale. Perciò, una volta iniziata la ionizzazione, non vi è più carica spaziale che limiti la corrente, per cui la griglia non ha più alcun chè da controllare. Nella valvola ha luogo il passaggio del valore massimo della corrente.

I « thyratron » vengono normalmente usati come rettificatori controllati. Alle loro placche perciò viene applicata una tensione alternata: durante la semionda positiva la valvola conduce, mentre durante quella negativa la corrente anodica cessa in quanto il gas non è più ionizzato. Il segnale di griglia controlla il punto di innesco, e quindi la durata del tempo in cui la valvola conduce durante l'alternanza positiva. Il grafico della **figura 10** illustra come differenti potenziali di griglia possano influenzare il punto di innesco di un « thyratron ». Quando la tensione di griglia è minima, (E_{g1}) la valvola innesca al punto 1, il che permette la conduzione di corrente durante la maggior parte del semiperiodo positivo. Quando la polarizzazione viene aumentata, ad esempio fino al valore di E_{g2}, l'innesco non si verifica prima del punto 2.

La **figura 11** mostra la polarizzazione di griglia necessaria per produrre la corrente di innesco in un « thyratron » tipico. I punti a destra della curva rappresentano la fase conduttiva, e quelli a sinistra la fase non conduttiva. Nella figura è inoltre possibile notare il valore della polarizzazione critica, quella cioè col quale inizia la conduzione.

Il « thyratron » usato come relais o come interruttore (« trigger ») si presta a diverse applicazioni. Assai spesso sono stati usati dei « thyratron » per la generazione delle cosiddette oscillazioni « a dente di sega », necessarie, come vedremo in seguito, per il funzionamento degli oscillografi, e « thyratron » vengono adottati nei circuiti di dispositivi elettronici di carattere industriale, La griglia di controllo richiede una quantità minima di energia per provocare l'innesco; per contro, la valvola permette il passaggio di notevoli correnti non appena l'innesco ha avuto luogo.

La **figura 12** illustra lo schema di un generatore di oscillazioni a dente di sega di cui si è detto, una volta molto usato negli oscillografi. In questo caso il « thyratron » è usato come interruttore elettronico. Quando la valvola non conduce, l'interruttore è aperto ed il condensatore si carica. Il tempo di carica è determinato dal valore della resistenza in serie al condensatore: come si vede nello schema, la resistenza è variabile e quindi il tempo può essere prescelto. Non appena vie-

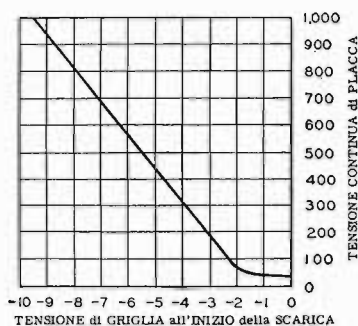



Fig. 11 — Curva caratteristica di un « thyratron » esprimente le relazioni tra le tensioni di griglia e di placca.

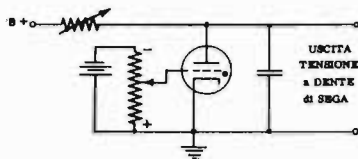



Fig. 12 — Circuito tipico di un « thyratron » usato per la produzione di oscillazioni che — per la loro forma — vengono denominate « a dente di sega ».

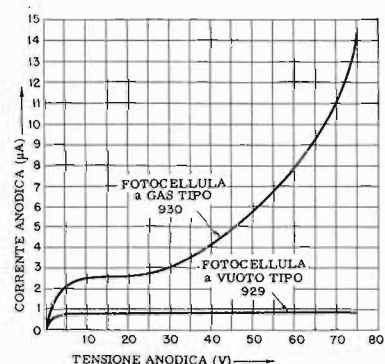



Fig. 13 — Curve caratteristiche di due tipi di cellule. Come si nota, il rendimento del tipo a gas è maggiore.

ne raggiunto il potenziale di innesco della valvola, la valvola conduce, per cui il condensatore si scarica rapidamente attraverso il triodo stesso. Il punto di innesco del « thyratron » è determinato dalla polarizzazione di griglia. Tale tensione di polarizzazione viene ricavata da una sorgente di tensione fissa opposta.

I «thyratron» usati nei complessi di alimentazione di rete (50 Hz), sono normalmente del tipo a vapore di mercurio. Per frequenze più alte, per le quali la ionizzazione deve essere più rapida, si usa generalmente l'elio, l'argo, o il neon, in quanto i loro ioni positivi, essendo più leggeri che non quelli del mercurio, possono spostarsi con maggiore rapidità.

CELLULE FOTOELETTRICHE

Un'altra importante categoria di valvole è quella in cui l'emissione elettronica viene controllata dalla luce che colpisce la valvola stessa. Si tratta dell'applicazione dell'effetto fotoelettrico, in virtù del quale, quando un raggio luminoso colpisce una superficie metallica, vengono liberati da essa degli elettroni. Abbiamo già acennato a pagina 112 ed a pagina 339 a questo interessante fenomeno.

Il numero degli elettroni liberati nell'unità di tempo da una luce avente una determinata lunghezza d'onda, è direttamente proporzionale alla intensità della luce stessa. L'energia sviluppata dalla corrente elettronica è direttamente proporzionale alla frequenza della luce. Esiste un limite inferiore di tale frequenza, al di sotto del quale l'energia che si espleta sulla superficie emittente è insufficente per provocare l'emissione. Le cellule fotoelettriche, analogamente all'occhio umano, non hanno un responso uniforme a tutte le frequenze; per questa ragione l'ammontare dell'emissione per una data quantità di luce è in relazione alla distribuzione della frequenza della luce stessa.

Principi costruttivi

Una cellula fotoelettrica, consiste essenzialmente in due elettrodi contenuti in un bulbo di vetro in cui è stato praticato il vuoto. Uno di essi, è il catodo, che ha il compito di emettere elettroni allorchè viene investito dalla luce; l'altro, al quale viene applicato un potenziale positivo, è l'anodo, ed ha il compito di assorbire gli elettroni emessi dal catodo.

La sensibilità di una fotocellula, è in relazione, come si è detto, alla frequenza, ossia al colore, della luce che la eccita. Esistono vari tipi aventi varie caratteristiche di sensibilità adatte alle diverse applicazioni: alcuni sono particolarmente sensibili alla luce rossa, altri alla luce azzurra, ed altri ancora hanno caratteristiche simili a quelle dell'occhio umano.

La sensibilità è espressa in funzione della frequenza luminosa necessaria per provocare la massima emissione.

La costruzione interna di una cellula fotoelettrica è semplice: il catodo fotosensibile ha generalmente una forma semicilindrica, ed è rivestito con uno strato di cesio metallico ricoperto a sua volta con ossido di cesio, il tutto deposto su di un supporto argentato. L'anodo è costituito da un bastoncino metallico posto al centro (vedi figura 6, pagina 340).

Tipi a gas e fotomoltiplicatori

Se si introduce nel bulbo di vetro di una fotocellula una piccola quantità di gas, questo, grazie alla ionizzazione, aumenta la intensità della corrente elettronica provocata dalla illuminazione del catodo. Le fotocellule di questo tipo hanno una sensibilità maggiore di quelle dei tipi corrispondenti a vuoto, e vengono impiegate spesso per la lettura delle colonne sonore delle pellicole cinematografiche.

Il tipo a vuoto è, tuttavia, meno stabile, e meno delito agli effetti delle eventuali tensioni eccessive, ed ha una resistenza interna più elevata. Gli ioni di gas, per contro, colpendo il catodo, provocano una emissione secondaria apprezzabile, la quale aumenta la sensibilità. Ne consegue che le curve caratteristiche di una fotocellula a vuoto e di una a gas sono notevolmente differenti.

La **figura 13** permette di confrontare due fotocellule, e precisamente i tipi americani 929 e 930, in rapporto alla tensione e alla corrente di placca, corrispondenti a varie intensità luminose. La curvatura della linea caratteristica del tipo a gas, dovuta alla ionizzazione, è considerevole, ed è alquanto evidente anche la maggiore variazione di corrente per una data variazione di intensità luminosa.

Le fotocellule a gas non devono funzionare con tensioni superiori alla massima consentita, altrimenti si verifica una scarica tra i due elettrodi che può dete-

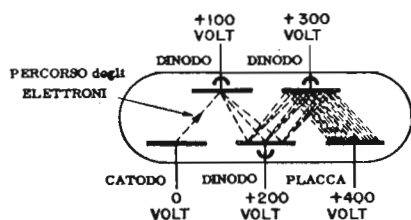



Fig.Fig. 14 — Principio di funzionamento del fotomoltiplicatore. Esso si basa sull'emissione secondaria determinata dalla violenza dell'urto da parte degli elettroni contro i vari anodi, detti « dinodi ».

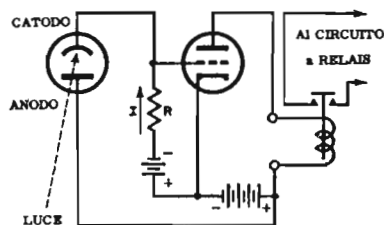



Fig. 15 — Circuito di principio dell'impiego di una cellula fotoelettrica per l'eccitazione di un dispositivo a relais. Consente varie applicazioni.

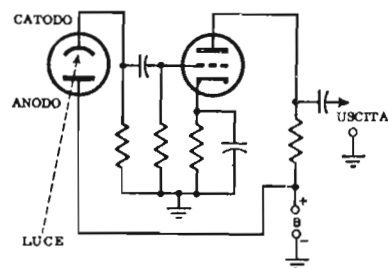



Fig. 16 — Circuito di principio dell'impiego di una cellula fotoelettrica per la lettura delle colonne sonore su pellicole cinematografiche.

riorare gravemente la superficie sensibile.

Per incrementare ulteriormente la sensibilità di una fotocellula, è possibile sfruttare anche il principio della emissione secondaria. In tal caso, ogni elettrone emesso direttamente dal catodo viene diretto in modo tale da urtare contro una serie di anodi secondari detti « dinodi », come illustrato alla **figura 14.**

Ciascun dinodo ha una superficie opportunemente trattata per facilitare una forte emissione secondaria. A causa della violenza dell'urto, ogni elettrone iniziale rimbalza, per così dire, dal primo dinodo e viene seguito da un considerevole numero di elettroni, i quali — a loro volta — urtano contro il secondo dinodo, e ripetono il fenomeno aumentando notevolmente la corrente. Con un certo numero di dinodi, inclusi in questo tipo di valvola detto fotomoltiplicatore, l'amplificazione conseguita è enorme. Esso può quindi essere impiegato in tutti quei casi in cui si richiede una sensibilità superiore a quella dell'occhio umano.

Circuiti ed applicazioni

Dal momento che la corrente fornita da una cellula fotoelettrica è molto debole, è quasi sempre necessario usare uno o più stadi di amplificazione per elevarla. Le variazioni di corrente vengono convertite in variazioni di tensione mediante il passaggio attraverso una resistenza di alto valore. Successivamente le tensioni vengono applicate alla griglia di una valvola amplificatrice, come illustrato alla **figura 15.** Nello schema, la tensione anodica necessaria per il funzionamento, sia della fotocellula che della valvola, viene fornita dalla batteria, ed è inoltre necessaria una seconda tensione per la polarizzazione della griglia e per il ritorno della corrente dal catodo alla fotocellula.

Quando la corrente della fotocellula aumenta per effetto della luce, il suo catodo emette elettroni, rendendo positiva — ossia meno negativa — la griglia della valvola. Ciò aumenta la corrente anodica, la quale — per tale effetto — mette in azione il relais (elettromagnete che, allorchè l'avvolgimento è percorso da corrente, attrae un'ancoretta mobile che chiude il circuito secondario), collegato in serie alla placca. Tale relais chiude dei contatti adatti al funzionamento di vari circuiti, a seconda dello scopo per il quale il dispositivo è stato creato.

Per la riproduzione del suono mediante l'impiego di una sorgente di luce modulata in intensità in relazione all'ampiezza e alla frequenza del suono stesso, è possibile usare un circuito del tipo illustrato alla **figura 16.** Si tratta di un amplificatore convenzionale, con accoppiamento a resistenza e capacità, che raccoglie la componente alternata presente alla uscita della fotocellula, causata dalle variazioni di intensità della luce. Essa viene prelevata dal lato del catodo della resistenza di carico della cellula, come avviene con una comune valvola amplificatrice ad accoppiamento catodico.

INDICATORI a FASCIO ELETTRONICO

La struttura interna di un dispositivo del genere è illustrato alla **figura 17.** Gli indicatori a fascio elettronico vengono frequentemente usati nei radioricevitori per indicare l'esattezza della sintonizzazione, oppure per scopi speciali in alcuni tipi di strumenti di misura, come vedremo a suo tempo, quando, ad esempio, è necessario constatare visualmente il verificarsi di piccole variazioni di tensione. Anche nei registratori magnetici del suono (di cui ci occuperemo) si utilizzano indicatori del genere per segnalare il livello al quale la registrazione viene eseguita.

La maggior parte di tali indicatori, denominati anche « occhi magici », contiene due serie di elementi, una delle quali è un triodo amplificatore, mentre l'altra costituisce l'indicatore vero e proprio dei raggi catodici.

Gli elettroni emessi dal catodo urtano contro la placca conica, la quale è rivestita internamente di una vernice fluorescente che si illumina quando viene da essi colpita. Un piccolo elettrodo filiforme, detto « elettrodo di controllo del raggio », è in prossimità del catodo e ad esso parallelo. Il compito dell'elettrodo di controllo consiste nel deflettere una parte degli elettroni emessi, provocando una zona d'ombra sull'anodo fluorescente. La forma dell'ombra è a cuneo, e l'angolo del cuneo varia di dimensioni col variare della tensione presente sull'elettrodo di controllo. Quest'ultimo è collegato alla placca del triodo. Quando l'elettrodo di controllo ha il medesimo potenziale della placca conica, la zona d'ombra si chiude completamente. Se, invece, il potenziale è meno positivo di quello della placca, si manifesta la zona d'ombra le cui dimensioni sono proporzionali alla differenza di potenziale tra i due elettrodi.

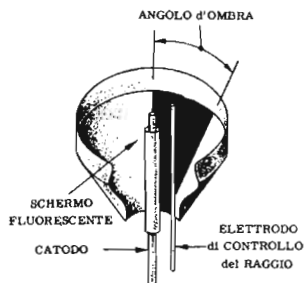



Fig. 17 — Principio di funzionamento dell'occhio magico. Mediante tale dispositivo, è possibile realizzare vari dispositivi di controllo.

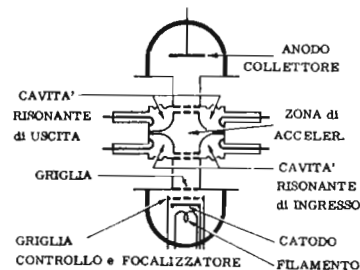



Fig. 18 — Rappresentazione schematica di un « klystron ». Tale valvola viene usata esclusivamente nei dispositivi funzionanti su frequenze elevatissime.

Dal momento che la tensione dell'elettrodo di controllo è eguale a quella dell'anodo del triodo, l'angolo della zona aumenta man mano che la griglia di questo ultimo diventa meno negativa.

VALVOLE per FREQUENZE ELEVATE

Se si aumenta entro un certo limite, la frequenza di funzionamento di un circuito a valvole, alcune caratteristiche di queste ultime, trascurabili con frequenze minori, vengono ad assumere una grande importanza. Una di queste caratteristiche è la capacità interelettrodica. Inoltre, la valvola stessa, e i conduttori che la collegano alla base, ossia ai piedini, presentano una piccola ma definita induttanza che alle frequenze molto alte offre una reattanza apprezzabile.

Infine, il « tempo di transito » (del quale ci siamo occupati a pagina 433), può essere talmente elevato nei confronti di determinate frequenze, da compromettere le relazioni di fase del segnale tra la placca e la griglia.

Per evitare tali inconvenienti, è necessario l'impiego di valvole speciali, i cui collegamenti interni sono ridotti alla minima lunghezza; si elimina poi lo zoccolo convenzionale, e, a volte, si fa in modo che la valvola faccia parte integrante delle dimensioni del circuito. Una realizzazione del genere ha portato alle « valvole faro » così chiamate per l'analogia della loro forma con la struttura caratteristica di un faro.

Gli elettrodi hanno dimensioni minime, e sono sistemati su piani paralleli onde rendere minime le superfici reciprocamente affacciate. Sono stati costruiti anche altri tipi, detti « valvole a ghianda », nei quali i terminali degli elettrodi sono costituiti da segmenti metallici rigidi che escono direttamente e radialmente dal bulbo di vetro. I vari collegamenti vengono saldati direttamente ad essi; in tal modo è possibile ottenere un funzionamento soddisfacente con frequenze elevate per le quali le valvole comuni più non si prestano.

Al di sopra dei 3.000 MHz, il tempo di transito, le capacità parassite e l'induttanza dei collegamenti diventano talmente critici che il funzionamento diviene impossibile anche con le valvole accennate. Le lunghezze d'onda scendono a pochi millimetri: in questo caso occorre disporre di valvole contenenti direttamente i circuiti oscillanti, i quali assumono l'aspetto di cavità risonanti ricavate nella struttura metallica della valvola stessa.

Una di tali valvole è il tipo denominato « magnetron », usato come oscillatore per microonde. Esso consiste in un diodo il cui funzionamento è influenzato da un forte campo magnetico parallelo all'asse del catodo. Compito del campo magnetico è di costringere gli elettroni a percorrere la distanza tra il catodo e la placca lungo una spirale. Il flusso elettronico a spirale passa entro una cavità risonante creata nella placca e provoca una oscillazione, esattamente come una bottiglia, attraverso la cui apertura venga introdotto un flusso d'aria a pressione, genera un'oscillazione sonora. Se le dimensioni della cavità sono sufficientemente piccole, e possibile raggiungere frequenze dell'ordine di 30.000 Megahertz. Il « magnetron » può funzionare solo come oscillatore.

Più flessibili nell'impiego in quanto sintonizzabili ed atti a funzionare anche come amplificatori sono i « klystron ». Il loro principio di funzionamento è basato sulla variazione di velocità cui viene sottoposto un fascio elettronico, in conseguenza del generarsi di autoscillazioni tra due risonatori a cavità. Nella funzione di amplificatori, i « klystron » introducono un fattore di « rumore » assai elevato: si preferisce pertanto usarli come oscillatori di potenza, in modo che non siano necessari ulteriori stadi di amplificazione.

Il cannone elettronico, costituito dal catodo e dalla griglia di controllo, proietta un fascio di elettroni che procede nella valvola attraverso due cavità risonanti e le griglie. Parte della potenza viene retrocessa, con fase opportuna, ed in tal modo viene a determinarsi una reazione tra l'entrata e l'uscita del sistema di cavità, che provoca lo stabilirsi di una oscillazione la cui frequenza dipende dalla velocità degli elettroni, e quindi dalle tensioni presenti sugli elettrodi. L'energia a radiofrequenza viene raccolta sulla seconda cavità mediante cavo coassiale o guida d'onda (e non sull'anodo come potrebbe pensarsi). Lo schema di un « klystron » è illustrato alla **figura 18.** Di questi due tipi di valvola ci occuperemo più dettagliatamente in futuro, nella lezione dedicata alle microonde.

RADIORICEVITORI a VALVOLE

Il lettore che ci ha seguito fin qui ha avuto modo di apprendere i concetti fondamentali sui quali si basa la tecnica delle comunicazioni radio. Abbiamo infatti studiato e realizzato alcuni tipi di ricevitori semplici, con la sola rivelazione a diodo, altri con l'aggiunta di uno o due stadi di amplificazione a transistori, ed abbiamo esaminato alla lezione 40ª, i principi di funzionamento del ricevitore a stadi accordati.

Proseguiamo ora, in modo sempre più dettagliato, nell'esame del ricevitore, sì da poter affrontare, tra non molto, lo studio di quel circuito sul quale si basa la quasi totalità delle apparecchiature di ricezione odierne: la *supereterodina*.

Sappiamo che, per raggiungere una buona sensibilità, è necessaria una certa amplificazione ad Alta Frequenza (prima cioè della rivelazione). Sappiamo inoltre che, per avere una certa potenza d'uscita, occorre una amplificazione a Bassa Frequenza (ossia dopo la rivelazione), sufficiente a fornire segnali a frequenza fonica, tali da consentire la riproduzione ad un livello sonoro adeguato mediante altoparlante.

Entrambe le tecniche di amplificazione sono state vagliate e discusse: ora, avremo modo di conoscere, oltre ad alcuni particolari aggiuntivi, sempre sulla tecnica dell'amplificazione, anche i vari metodi adottati per la rivelazione (demodulazione), per il controllo di volume o di sensibilità, (sia manuale che automatico), ed altre caratteristiche comuni a tutti i tipi di ricevitori, anche se a circuito supereterodina. Nella lezione a carattere pratico che facciamo seguire, la costruziodi un ricevitore (il primo adottante le valvole) consentirà l'avvicinamento più efficace ed utile agli apparecchi di ricezione moderni.

CONSIDERAZIONI sulle VALVOLE AMPLIFICATRICI

Nei ricevitori a stadi accordati è possibile usare nei singoli stadi di amplificazione tanto dei triodi, quanto dei tetrodi che dei pentodi. L'uso dei pentodi è il più comune, per il motivo che — come è noto — tale tipo di valvola permette una notevole amplificazione senza il rischio di provocare oscillazioni.

Possono essere impiegate valvole a « μ » variabile, ossia a coefficiente di amplificazione variabile, e valvole a bassa tensione di interdizione. Si osservi in proposito, a **figura 1**, il loro diverso comportamento.

Le valvole a « μ » variabile vengono impiegate nei circuiti ove, con una polarizzazione di griglia resa variabile, si arriverà a controllare l'amplificazione senza compromettere la linearità, ossia l'uniformità di amplificazione alle diverse frequenze. Con tali valvole l'intensità del segnale può variare in maniera considerevole, senza peraltro che la variazione dia luogo a distorsioni. Alcuni tipi tra i più comuni sono la 6K7, la 6SK7, la 6SG7, la 6BE6, la 6BA6 (americane), e la EF9, la DAF40, la UAF42 e la UF85 (europee). Queste valvole hanno una tensione di interdizione da — 15 a — 45 volt. Il funzionamento in classe A è perciò comodamente possibile fino al punto di interdizione.

Le valvole a bassa tensione di interdizione, come ad esempio la 6SJ7, la 6SH7, o la 7V7, hanno una conduttanza mutua più alta delle precedenti. Possono essere usate quando il segnale ricevuto è molto basso, e si desidera una considerevole amplificazione, (come ad esempio nel primo stadio) ed inoltre, quando l'intensità del segnale è relativamente costante: in caso contrario è facile incorrere in distorsioni.

VALVOLE AMPLIFICATRICI per VHF ed UHF

Per la ricezione delle radiotrasmissioni in queste due gamme, è necessario usare valvole appositamente costruite. L'impedenza di ingresso deve essere molto alta, altrimenti l'amplificazione subisce delle limitazioni. Per frequenza di 60 MHz, una normale valvola amplificatrice ad A.F. può presentare una impedenza di ingresso di 2.500 ohm, mentre una valvola appositamente costruita, può offrire una impedenza dell'ordine di 54.000 ohm.

Le valvole adatte a tale scopo sono di dimensioni molto ridotte, gli elettrodi sono alla minima distanza tra loro, e si nota l'assenza dello zoccolo.

Su queste valvole abbiamo detto alla lezione precedente, classificandole tra le valvole speciali.

CIRCUITI di AMPLIFICAZIONE a STADI ACCORDATI

Consideriamo lo stadio tipico di amplificazione ad A.F. illustrato alla **figura 2.** La valvola è un pentodo del tipo a coefficiente variabile di amplificazione (multimu); l'antenna è accoppiata alla griglia mediante un trasformatore con secondario a circuito sintonizzato. La polarizzazione è ottenuta sul catodo: la resistenza variabile inserita nel circuito del catodo permette di modificare la polarizzazione. L'uscita di tale stadio è accoppiata mediante trasformatore allo stadio successivo.

Fig. 1 - A) Curva di un pentodo a μ variabile. B) Pentodo a bassa tensione di interdizione.

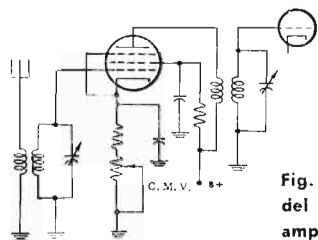
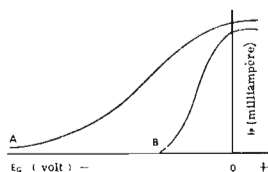



Fig. 2 — Applicazione del C.M.V. in uno stadio amplificatore ad A. F.

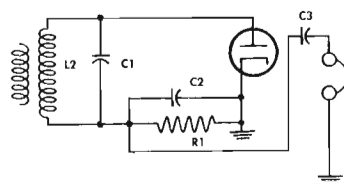



Fig. 3 A — Circuito tipico di un rivelatore a diodo. Il segnale a B. F. si manifesta ai capi di R1 e C2.

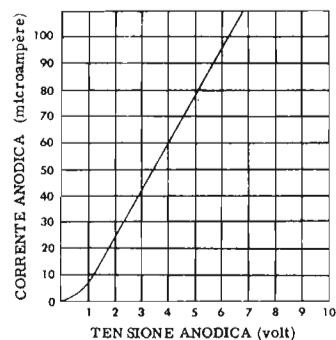



Fig. 3 B — Curva caratteristica del diodo. Si noti la non-linearità.

Il segnale a radiofrequenza può passare attraverso diversi stadi di tale tipo prima di essere applicato al rivelatore; passando attraverso tre o quattro circuiti sintonizzati, la selettività viene — come sappiamo — notevolmente aumentata. Ogni circuito, infatti, permette il passaggio della sola frequenza di risonanza, mentre attenua tutte le altre. Anche la sensibiltà aumenta considerevolmente grazie all'amplificazione da parte di ogni singolo stadio.

CIRCUITI di RIVELAZIONE

Come si è detto nell'analisi del ricevitore semplice, la rivelazione consiste nella rettificazione e nel filtraggio del segnale. Nella maggior parte dei ricevitori, essa viene effettuata mediante l'uso di una apposita valvola, o di un diodo a cristallo.

Esistono sei tipi distinti di circuiti di rivelazione a valvola: la rivelazione a diodo, per caratteristica di placca, ad impedenza infinita, a falla di griglia, a reazione ed a superreazione. Il tipo più comune è però il sistema di rivelazione a diodo.

Rivelazione a diodo

Osserviamo il circuito di rivelazione a diodo illustrato alla **figura 3-A**. Si nota subito che non esiste alcuna tensione anodica per polarizzare la placca.

La tensione a radiofrequenza presente ai capi del circuito di sintonia formato da L_2 e C_1 è applicata direttamente ai capi del diodo. Dal momento che la corrente scorre soltanto quando la placca è positiva rispetto al catodo, la tensione a radiofrequenza viene rettificata. Infatti — come è noto — durante la semionda positiva, il diodo conduce corrente, ed il condensatore C_2 si carica grazie alla d.d.p. creata dalla corrente ai capi di R_1. Durante l'altra semionda, (quando la placca è negativa), il diodo non conduce e C_2 si scarica in parte attraverso R_1 (resistenza di carico). Il valore di questa resistenza è però talmente alto, che la scarica non riesce a completarsi prima che la corrente si presenti di nu.vo. Ciò significa che la carica di tale condensatore segue l'andamento dei picchi positivi del segnale a radiofrequenza. Dal momento che le onde di modulazione vengono individuate, punto per punto, da tali picchi, (inviluppo di modulazione) la carica sulla capacità riproduce l'audiofrequenza di modulazione.

Come si può vedere dal grafico di figura 3-**B**, il rapporto tra corrente e tensione di un diodo è lineare, tranne che per valori molto bassi della tensione di placca. Ciò significa che, se l'intensità del segnale è sufficiente, il responso del diodo è sempre lineare e si mantiene tale fino alla corrente di saturazione. La fedeltà è elevata, anche per i segnali la cui modulazione si avvicina al 100%.

L'attitudine da parte del diodo a sopportare segnali elevati è considerevole; esso può praticamente sopportare segnali di qualsiasi ampiezza, e la sua efficienza, in un circuito correttamente progettato, può raggiungere il 90%.

Per contro, la sensibilità e la selettività di un circuito di rivelazione a diodo lasciano un po' a desiderare. Tuttavia, nei moderni radioricevitori, la selettività e la sensibilità raggiunta negli altri stadi, rendono questo particolare di minore importanza.

Rivelazione per caratteristica di placca

Esaminiamo ora il circuito illustrato alla **figura 4-A**. Si tratta essenzialmente di uno stadio di amplificazione, nel quale la griglia è stata polarizzata leggermente al di sopra della tensione di interdizione. In altre parole, in assenza di segnale, scorre soltanto una debolissima corrente. Come si può vedere nel grafico illustrante la curva caratteristica (figura 4-**B**), la valvola conduce durante la semionda positiva della tensione di griglia, mentre è interdetta durante quasi tutta quella negativa. La corrente di placca è quindi continua e pulsante al regime dell'audiofrequenza, vale a dire segue lo andamento del segnale modulante.

R_1 e C_2 provvedono alla polarizzazione catodica della griglia, mentre C_3 ed L_3 costituiscono il circuito di filtraggio; C_3, infatti, oppone un'alta impedenza alla componente ad audiofrequenza della corrente di placca, ed una impedenza minima all'Alta Frequenza. L_3 compie una funzione inversa, ossia si oppone alla radiofrequenza, e permette il passaggio della sola B.F. Ne consegue che l'eventuale residuo a radiofrequenza, viene avviato a massa, mentre la corrente fonica di modulazione prosegue liberamente verso il circuito d'uscita.

R_2 è la « resistenza di carico » e viene percorsa dalla componente ad audiofrequenza della corrente di

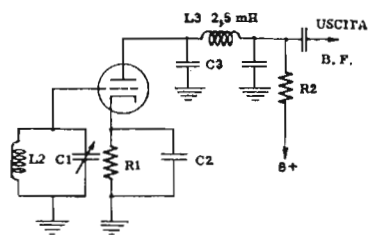



Fig. 4 A — Circuito di principio di un rivelatore per caratteristica di placca. Il segnale a B.F. si manifesta ai capi di R2, dopo essere stato filtrato da C3 ed L3.

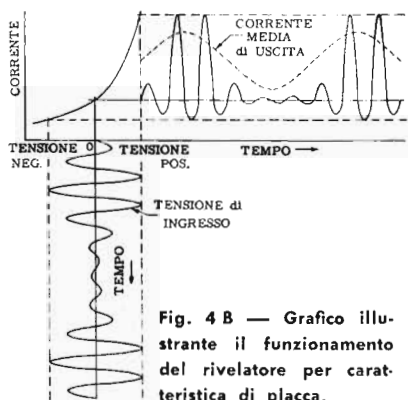



Fig. 4 B — Grafico illustrante il funzionamento del rivelatore per caratteristica di placca.

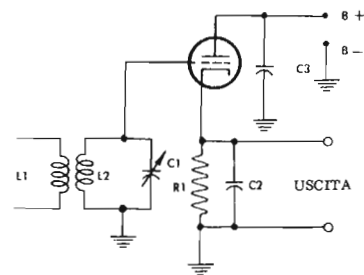



Fig. 5 — Circuito di un rivelatore ad impedenza infinita. Il segnale a B. F. si manifesta ai capi di R1 e di C2.

placca. La caduta di tensione presente ai suoi capi riproduce la tensione di modulazione nel circuito di uscita.

La sensibilità e la selettività del rivelatore per caratteristica di placca sono notevoli. La prima è alta, grazie all'amplificazione, e la seconda lo è grazie al fatto che, non essendovi corrente di griglia che possa assorbire parte dell'energia del segnale proveniente dal circuito accordato di sintonia, il fattore di merito, Q, di quest'ultimo resta ad un valore molto alto.

Questo sistema di rivelazione lascia a desiderare in fatto di fedeltà solo quando il segnale ha una tensione talmente bassa che l'amplificazione ha luogo nel tratto inferiore della curva caratteristica, oppure quando la tensione del segnale è talmente alta da portare la corrente anodica al limite di saturazione.

I valori del segnale sono delimitati dalla tensione negativa di griglia, e dalla tensione di saturazione. Per molte valvole, detti limiti sono però sufficientemente distanziati sì da non costituire inconveniente.

Rivelazione a impedenza infinita

Si tratta di un sistema di rivelazione che riunisce i vantaggi del sistema a diodo e di quello per caratteristica di placca. Come il diodo, ha un'ampia gamma di ammissione del segnale e come il rivelatore di placca non presenta corrente di griglia che assorbe parte dell'energia del segnale, Sia la sensibilità che la selettività sono caratterizzate perciò da ottimi valori.

Il circuito è illustrato alla **figura 5**. Come si vede, R_1 e C_2, entrambi in serie al catodo ed in parallelo tra loro, forniscono una tensione di polarizzazione di valore prossimo a quello di interdizione. Il valore di C_2 è tale da costituire quasi un cortocircuito agli effetti della radiofrequenza ma da non consentire praticamente passagio per la B.F.

In assenza del segnale sulla griglia, la corrente è minima, per cui la caduta di tensione ai capi di R_1 è minima e costante. Non appena però la griglia subisce una eccitazione positiva, la corrente dovuta alla componente a radiofrequenza del segnale passa attraverso C_2, mentre resta la componente ad audiofrequenza. Durante l'eccitazione negativa C_2 si carica in parte attraverso R_1. Da ciò si deduce che la carica di C_2 segue le variazioni rapide dei segnali ad A.F. Il risultato è che la corrente fonica è la sola ad essere presente ai capi del circuito d'uscita.

Qualsiasi aumento dell'intensità del segnale applicato alla griglia, si risolve in un aumento dell'ampiezza dei segnali a B.F. presenti ai capi di R_1. Così, aumentando la tensione di griglia, si ha per conseguenza un aumento della tensione del catodo. In altre parole, la tensione catodica segue la tensione di griglia, e la griglia non può mai diventare positiva rispetto al catodo stesso. E' quindi chiaro che, non essendovi mai un potenziale positivo di griglia che possa causare una corrente di griglia, l'impedenza presente tra questi due elettrodi è sempre infinita; perciò la valvola non agisce mai come carico applicato al circuito sintonizzato. Il fattore di merito, Q, del circuito di sintonia è sempre al suo valore più alto.

Rivelazione a falla di griglia

Si tratta di un circuito analogo a quello di un rivelatore a diodo, seguito da un amplificatore, con la differenza che entrambi sono realizzati mediante una sola valvola. Infatti, la griglia e il catodo del triodo agiscono come diodo e, contemporaneamente, come ingresso di uno stadio amplificatore. Si può impiegare tanto un diodo come un pentodo: la **figura 6-A** illustra tale circuito, con l'impiego di un triodo.

La griglia assorbe corrente durante la semionda positiva del segnale. Dal momento che la reattanza del condensatore di griglia C_2 è molto inferiore alla resistenza di R_1 nei confronti dell'Alta Frequenza, il condensatore si carica durante le alternanze positive. Quando il segnale diventa negativo, la corrente di griglia diminuisce o si ferma, e C_2 si scarica parzialmente attraverso R_1. Il tempo di scarica di detto condensatore è, d'altra parte, talmente lento, che può seguire le varie d.d.p. della modulazione (B.F.) ma non le oscillazioni ad Alta Frequenza. Il segnale udibile è quindi presente ai capi di R_1 e C_2, ed essendo applicato alla griglia del triodo, viene da questo amplificato.

L'amplificazione naturalmente si svolge a tutto vantaggio della B.F., e gli eventuali residui di radiofrequenza presenti nel circuito di placca vengono cortocircuitati a massa grazie alla bassa reattanza di C_3 alle frequenze elevate.

Il segnale amplificato viene prelevato ai capi della

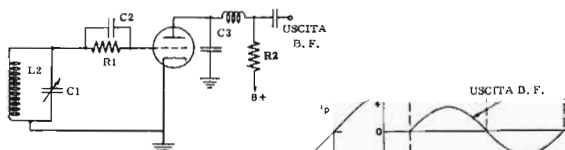



Fig. 6 A - circuito di principio del rivelatore a falla di griglia. E' analogo al rivelatore a diodo, con la aggiunta di una certa amplificazione da parte del triodo.

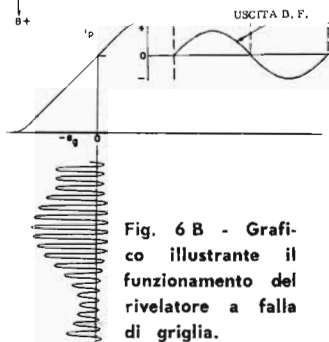



Fig. 6 B - Grafico illustrante il funzionamento del rivelatore a falla di griglia.

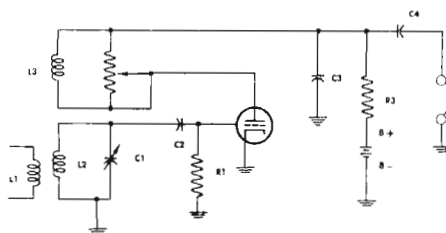



Fig. 7 — Circuito di un rivelatore a reazione. Si noti che, sostanzialmente, è analogo al rivelatore a falla di griglia. L'accoppiamento tra placca e griglia aumenta notevolmente la sensibilità.

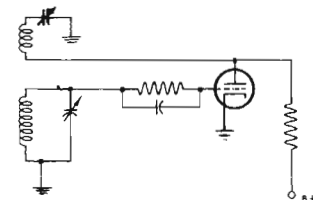



Fig. 8 — Rivelatore a reazione analogo al precedente. In questo caso la reazione è controllata da un variabile invece che da un potenziometro.

resistenza di carico anodico, R_2, la quale, allorchè si tratta di un triodo, può essere vantaggiosamente sostituita dall'avvolgimento primario di un trasformatore. Quest'ultimo non potrebbe essere usato nel caso del pentodo, in quanto dovrebbe avere una impedenza praticamente irrealizzabile, ed è allora necessario lasciare una resistenza di adeguato valore, come carico.

Normalmente questo tipo di rivelatore può funzionare con segnali di griglia di notevole ampiezza. Come illustrato alla figura 6-**B,** esso funziona lungo il tratto rettilineo della curva. La sua sensibilità è considerevole in quanto il segnale rivelato viene contemporaneamente amplificato.

Dal punto di vista della selettività, abbiamo invece in questo caso un rendimento non eccessivamente brillante, in quanto, a causa della corrente di griglia che è presente in alcuni istanti delle varie fasi, il circuito di sintonia viene ad avere un carico saltuario che ne diminuisce il fattore di merito. Ciò nonostante, esso permette una buona linearità di responso; la gamma di segnale che può essere applicata è molto ampia.

Rivelazione a reazione

I rivelatori a reazione sono tipi speciali di rivelatori a falla di griglia. Come si vede alla **figura 7,** nel circuito di placca si trova una bobina cosiddetta di « reazione », la quale, per induzione, restituisce al circuito sintonizzato di griglia una parte di energia. Questo provvedimento consente di rafforzare il segnale in arrivo. In tal modo il segnale non viene soltanto rivelato ed amplificato dalla valvola, ma anche da essa rafforzato all'atto in cui è applicato all'ingresso dello stadio. Tale segnale rafforzato è anch'esso amplificato e, in parte, ripresentato ancora al circuito di griglia. Questo sistema permette di raggiungere una sensibilità molto superiore a quella raggiungibile con gli altri rivelatori precedentemente descritti. Tuttavia, il circuito presenta alcune difficoltà pratiche, in quanto la messa a punto è alquanto critica.

Se il segnale di reazione è eccessivamente alto, il circuito funziona da oscillatore producendo dei fischi intollerabili nel circuito di uscita, e provocando contemporaneamente delle interferenze con gli altri ricevitori circostanti.

Questa tendenza ad oscillare può, in un caso, essere utilizata con profitto, ed è allorchè viene sfruttata per rendere udibili segnali radiotelegrafici trasmessi con onde persistenti, cioè segnali non modulati. A tale scopo, la resistenza variabile R_2 viene regolata in modo tale che il circuito oscilli. La frequenza di oscillazione è leggermente diversa da quella di ricezione (sulla quale cioè L_2 e C_1 sono sintonizzati) e ciò produce nella cuffia un battimento udibile (tra il segnale in arrivo e quello locale) la cui frequenza può essere regolata mediante R_2.

Esistono altri circuiti mediante i quali si può far funzionare una valvola come rivelatrice in reazione, leggermente diversi da quello illustrato alla figura7.

Ad esempio, (vedi **figura 8**), la reazione può essere applicata mediante una bobina collegata da un lato direttamente alla placca, e dall'altro a massa attraverso una capacità variabile.

Il controllo della reazione può anch'esso essere effettuato in vari modi: è infatti possibile controllarla con un potenziometro in parallelo alla bobina di reazione, con un condensatore variabile in parallelo o in serie a detta bobina, o ancora, variando il grado di accoppiamento tra quest'ultima e la bobina di sintonia.

Nel caso che la valvola sia un pentodo, la reazione può essere controllata variando con un potenziometro la tensione della griglia schermo. In tal caso — come sappiamo — varia il coefficiente di amplificazione e, di conseguenza, l'ampiezza del segnale presente nel circuito di placca. Ovviamente, maggiore è tale ampiezza, maggiore è la quantità di segnale retrocesso al circuito di griglia tramite la reazione e viceversa.

Incidentalmente aggiungiamo che la reazione può essere positiva o negativa. Nel primo caso il segnale retrocesso dal circuito di placca al circuito di griglia è in fase con quello in arrivo dalla bobina di sintonia, e nel secondo è invece in opposizione di fase. Il passaggio da un tipo all'altro viene effettuato invertendo i collegamenti della bobina di reazione. Agli effetti del rivelatore in questione la reazione deve essere positiva.

Rivelazione a superreazione

Questo tipo di circuito presenta molte analogie con quello or ora citato per la ricezione di segnali Morse.

Quando il rivelatore oscilla, l'ampiezza delle oscillazioni viene controllata dall'ampiezza del segnale d'in-

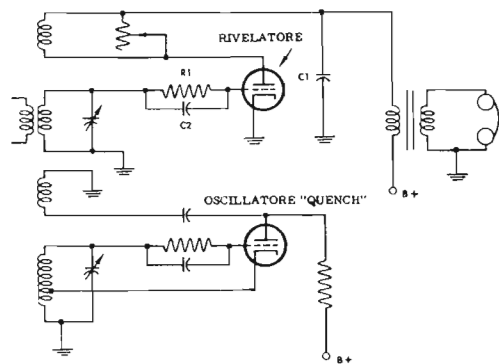



Fig. 9 — Circuito tipico di uno stadio rivelatore in superreazione. E' preferibile con frequenze elevate.

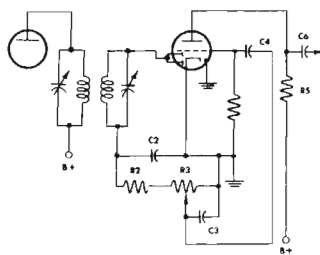



Fig. 10 — Circuito di un rivelatore a diodo. Il diodo è abbinato ad un triodo che amplifica il segnale a Bassa Frequenza. R3 è il controllo di volume.

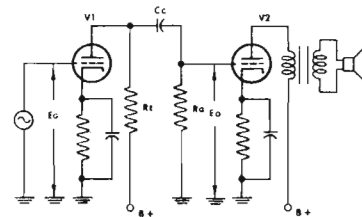



Fig. 11 — Amplificatore di Bassa Frequenza costituito da una valvola « pilota » e da una finale di potenza. Al posto del generatore può essere collegata l'uscita di un rivelatore.

gresso a radiofrequenza. Il tempo di oscillazione è, a sua volta, controllato da un apposito oscillatore di bloccaggio (in inglese « quench »), che funziona ad una frequenza approssimativa di 20 kHz, ed applica un ulteriore segnale alla griglia del rivelatore. Quando detto segnale è in fase con quello in arrivo, il rivelatore oscilla, mentre quando è di polarità opposta, l'oscillazione viene bloccata.

Di conseguenza, ogni volta che le oscillazioni si producono, nel circuito di placca del rivelatore si sviluppa una tensione pulsante, la cui ampiezza viene controllata da quella del segnale a radiofrequenza durante il tempo dell'impulso. Il circuito è illustrato alla **figura 9.** Gli impulsi successivi variano quindi in ampiezza a seconda dell'andamento della tensione di modulazione. Essi vengono filtrati da C_1 in modo che al primario del trasformatore di uscita pervenga soltanto la tensione ad audiofrequenza.

Per evitare che la frequenza dell'oscillatore di bloccaggio venga percepita all'uscita dell'intero apparecchio, essa deve avere, come si è visto, un valore superiore alla massima frequenza udibile. Inoltre, il rapporto tra la frequenza del segnale di ingresso e quella dell'oscillatore ausiliario deve essere almeno di 100/1, onde evitare che si produca un rumore parassita notevole. Ciò significa che la frequenza per la quale si otterrà un funzionamento soddisfacente sarà di 2.000 kHz.

Questo tipo di circuito è praticamente adatto alla gamma VHF, e viene, a volte, impiegato nelle apparecchiature dilettantistiche.

I ricevitori in superreazione sono compatti, leggeri, e di basso costo; consumano poca energia per l'alimentazione, ed hanno un'amplificazione sorprendente se si tiene conto del numero di valvole impiegato. La sensibilità è elevatissima, ma la linearità lascia molto a desiderare e così la selettività, a causa del carico sul circuito di sintonia dovuto alla presenza della corrente di griglia. La gamma di ampiezza di segnale utile all'entrata è molto ampia.

Rivelazione con valvola ad elementi multipli

Una delle valvole speciali ad elementi multipli è il doppio diodo-triodo.

Il suo impiego è illustrato alla **figura 10,** che riproduce il circuito di un rivelatore seguito da uno stadio amplificatore. In questo caso, una sola valvola agisce contemporaneamente da rivelatrice e da amplificatrice a B.F. Essa contiene un catodo, una griglia di controllo, una placca per il triodo, e due diodi. Nel circuito in esame, le due placchette dei diodi sono unite insieme per formare un diodo solo rispetto al catodo. Quando il circuito sintonizzato — collegato tra le placche dei diodi ed il catodo — rende le prime positive rispetto al secondo, il diodo conduce corrente.

R_2 ed R_3, in serie tra loro, costituiscono la resistenza di carico di placca della sezione diodica; la radiofrequenza presente eventualmente ai capi, è cortocircuitata da C_2. R_3 è un potenziometro che preleva il segnale ad audiofrequenza esistente agli estremi di una parte del carico di placca, e la applica alla griglia del triodo di amplificazione attraverso il condensatore di accoppiamento C_4. L'amplificatore agisce come stadio ad alto coefficiente di guadagno, e fornisce la tensione di eccitazione alla griglia di una valvola amplificatrice di potenza. R_5 costituisce la resistenza di carico anodico del triodo.

La SEZIONE AUDIO

Come abbiamo appreso nella lezione 55ª, esistono due tipi di stadi amplificatori: gli amplificatori di tensione, e gli amplificatori di potenza. Quando la B.F. deve essere riprodotta da una cuffia, la sezione audio ha di solito uno o due stadi di amplificazione di tensione. Viceversa, nei casi in cui deve essere riprodotta da un altoparlante o da un certo numero di cuffie in parallelo tra loro, si usano due o più stadi di amplificazione, di cui uno solitamente è di tensione, e gli altri di potenza.

L'amplificatore di tensione ad audiofrequenza ha il compito di dare al segnale una ampiezza sufficiente ad eccitare la griglia dell'amplificatore di potenza, ovvero a far funzionare la cuffia. Esso può essere tanto un triodo che un pentodo. Nella maggior parte dei casi si usa una valvola ad amplificazione media, specialmente quando gli stadi precedenti, di amplificazione a radiofrequenza, forniscono un segnale sufficientemente amplificato. Di solito, l'accoppiamento fra l'amplificatrice di tensione e quella di potenza è del tipo a resistenza e capacità.

L'amplificazione di tensione di un triodo a medio guadagno funzionante su frequenze intorno a 1.000 Hz,

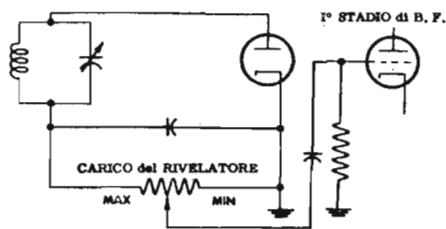



Fig. 12 — In questo circuito di rivelazione a diodo, il potenziometro, oltre a costituire il carico del diodo ai cui capi si manifesta il segnale di B. F., agisce da controllo manuale di volume.

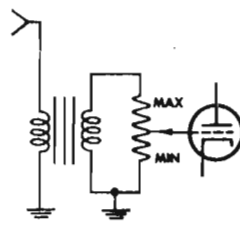



Fig. 13 A — Applicazione del controllo di volume all'ingresso di uno stadio amplificatore con accoppiamento a trasformatore.

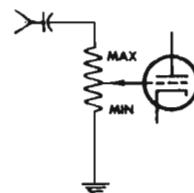



Fig. 13 B — Applicazione del controllo di volume all'ingresso di uno stadio con accoppiamento a resistenza e capacità.

varia da 10 a 70, e la resistenza di carico deve essere pari a diverse volte la resistenza di placca. Alle lezioni 60ª e 63ª il lettore può trovare, nelle tabelle, tutti i dati di funzionamento ed i valori dei componenti relativi, per moltissimi tipi di valvole.

Sappiamo che, in certo qual modo, l'amplificatore di potenza trasforma la c.c. che lo alimenta in « potenza a c.a. ». Se si usa un triodo, esso deve avere una resistenza interna di basso valore. Il massimo trasferimento di potenza, vale a dire il più alto rendimento, viene raggiunto quando l'impedenza del carico è eguale alla resistenza interna; tuttavia, in pratica — e ciò abbiamo già visto in dettaglio studiando i diversi tipi di valvole — l'impedenza di carico viene tenuta ad un valore inferiore onde evitare distorsioni. Generalmente gli amplificatori di potenza sono realizzati con tetrodi a fascio o pentodi, la cui efficienza, vale a dire il rendimento, è, come sappiamo, maggiore di quella dei triodi. Vi sono tipi di tetrodi che erogano una potenza pressochè doppia di quella del triodo, pur in presenza di una tensione di griglia pari a un quarto di quella applicata al triodo. Per tetrodi e pentodi, già abbiamo detto che si usa una impedenza di carico pari a un decimo del valore della resistenza di placca.

Osservando i due stadi (amplificazione di tensione e di potenza) illustrati alla **figura 11,** considereremo il generatore collegato nel circuito di griglia di V_1 (amplificatrice di tensione), corrispondente ad uno stadio rivelatore, visto come sorgente di energia (segnale).

La tensione di uscita di V_1 è accoppiata mediante condensatore a V_2, che agisce da amplificatrice di potenza. Il circuito d'uscita di V_2 è a sua volta accoppiato all'altoparlante mediante un trasformatore. Compito di quest'ultimo è di adattare l'alta impedenza di placca della valvola alla bassa impedenza della bobina mobile, come è stato più volte spiegato (vedi lezione sui trasformatori di Bassa Frequenza).

SISTEMI di CONTROLLO di VOLUME

Dal momento che i segnali captati dall'antenna possono essere di varia intensità, a seconda della distanza e della potenza del trasmettitore sul quale l'apparecchio ricevente viene sintonizzato, e poichè il volume di voce richiesto per l'ascolto varia a seconda dei gusti dell'ascoltatore e delle dimensioni dell'ambiente in cui il ricevitore funziona, quest'ultimo deve essere in grado di fornire suoni di intensità regolabile a piacere. E' estremamente utile poter fare in modo che sia i segnali molto deboli che quelli molto forti, possano essere riprodotti, e quindi uditi, con la medesima intensità.

Il procedimento mediante il quale è possibile ottenere tale regolazione implica l'uso del comando detto **controllo di volume,** per il quale esistono tre sistemi distinti: **a**) il controllo manuale dell'intensità dei segnali ad audiofrequenza; **b**) il controllo manuale della intensità dei segnali a radiofrequenza; **c**) il controllo automatico dell'amplificazione a radiofrequenza.

CONTROLLO MANUALE dell'intensità dei segnali ad audiofrequenza

Il controllo dell'intensità dei segnali nella sezione B.F. di un ricevitore si chiama controllo manuale di volume. Come si vede alla **figura 12** esso viene realizzato mediante l'impiego di un potenziometro quale resistenza di carico del rivelatore. Il cursore di detto potenziometro, che può essere spostato da un estremo all'altro della resistenza attraverso tutti i valori intermedi, può così prelevare tutta o una parte della tensione ad audiofrequenza presente ai suoi capi. In tal modo viene regolata l'ampiezza del segnale, che viene successivamente avviato, come si vede nello schema, alla griglia della prima valvola amplificatrice a B.F. Le indicazioni presenti nella stessa figura ai capi del potenziometro indicano le posizioni di volume « massimo » e « minimo » come il lettore può facilmente intuire.

Per altri tipi di accoppiamento, il collegamento del potenziometro può essere effettuato come alla **figura 13.** In **A** l'uscita del rivelatore è accoppiata capacitivamente ad un potenziometro, il cui cursore è collegato direttamente alla griglia della prima valvola amplificatrice a B.F.; il potenziometro stesso agisce da resistenza di griglia della valvola. Il cursore preleva la quantità desiderata di segnale.

In **B** della figura — invece — lo stadio del rivelatore è accoppiato all'amplificatore a B.F. mediante trasformatore: il secondario è connesso ai capi del potenziometro. Il cursore di quest'ultimo è in diretto contatto con la griglia della valvola seguente. In questo caso il potenziometro ed il secondario del trasformatore costituiscono un circuito in serie chiuso, (ossia,

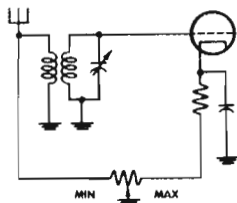



Fig. 14 — In questo circuito, il potenziometro è collegato in modo da controllare il volume nei confronti sia dell'amplificazione da parte della valvola (in quanto varia la polarizzazione), sia dell'ampiezza del segnale di ingresso, proveniente dall'antenna ed accoppiato mediante un trasformatore.

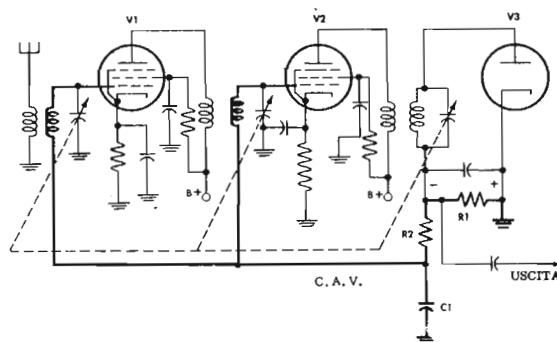
Fig. 15 — Amplificatore ad Alta Frequenza a stadi accordati. Il circuito del C.A.V. è messo in rilievo con tratto più grosso.

sono tra loro in parallelo), ed il cursore preleva la quantità di segnale desiderata per applicarla alla griglia della valvola amplificatrice.

L'ampiezza dei segnali a radiofrequenza può essere controllata direttamente nel circuito di antenna. In tal caso, l'antenna è collegata al cursore di un potenziometro, oppure il cursore stesso è collegato a massa mentre l'antenna è collegata ad un estremo del potenziometro; in altri casi ancora il cursore è collegato capacitivamente alla griglia della prima valvola amplificatrice ad A.F., mentre tra detta griglia e massa si trova il circuito sintonizzato. In ognuno di tali casi il potenziometro determina la quantità del segnale applicata alla griglia.

CONTROLLO MANUALE dell'amplificazione a radiofrequenza

L'ampiezza del segnale a radiofrequenza può essere controllata anche direttamente nei vari stadi di amplificazione, variando il loro guadagno singolo. Il sistema è noto col nome di controllo manuale di guadagno. Come si vede alla figura 2, la resistenza variabile si trova nel circuito catodico della valvola amplificatrice ad A.F. Essa si trova in serie ad una resistenza fissa che permette ed assicura un minimo di tensione di polarizzazione. Lo spostamento del cursore provoca variazioni della tensione di polarizzazione, e quindi dello ammontare di amplificazione della valvola. E' necessario si tratti di un tipo di valvola a coefficiente variabile o « multi-μ », in quanto solo tale tipo consente — come ben sappiamo — notevoli variazioni di tensione di polarizzazione senza causare distorsioni. In pratica, il potenziometro è più opportuno si trovi nel circuito catodico di più stadi, in quanto così si rende possibile controllare contemporaneamente il guadagno di diversi stadi di amplificazione a radiofrequenza.

Il controllo di volume sull'antenna, ed il controllo manuale di guadagno, possono essere accomunati mediante l'impiego di un solo potenziometro, come è illustrato alla **figura 14.** In questo caso il potenziometro controlla sia l'ammontare della resistenza presente in parallelo al primario del trasformatore di ingresso, (antenna) sia la tensione di polarizzazione della prima valvola amplificatrice a radiofrequenza.

CONTROLLO AUTOMATICO di VOLUME

Il controllo di volume permette, come abbiamo detto, di ottenere una potenza d'uscita pressochè eguale sia durante la ricezione di segnali deboli che durante quella di segnali molto forti. Il fenomeno noto col nome di « fading » (evanescenza), cioè l'affievolimento delle onde in arrivo, e la eccessiva diversità tra l'intensità dei segnali provenienti dalle varie emittenti locali e lontane, causano tali variazioni nell'ampiezza del segnale che nessuna predeterminata posizione del controllo manuale di volume permette una ricezione di potenza d'uscita uniforme. Per questo motivo si usa il **controllo automatico di volume** (CAV), che rimedia a tale inconveniente e permette un'uscita uniforme per differenti intensità di segnali all'antenna.

Generalmente il CAV controlla il guadagno dei diversi stadi di amplificazione ad A.F. precedenti il rivelatore, come illustrato alla **figura 15.** In essa, tutti i componenti relativi al circuito del CAV stesso sono riportati in tratto più marcato.

Naturalmente, nel caso di applicazione di tale circuito, occorrono sempre valvole a coefficiente di amplificazione variabile, per i motivi già detti.

V_1 e V_2 sono amplificatrici ad A.F., mentre V_3 è la rivelatrice. Il dispositivo del controllo automatico di volume ha inizio nel rivelatore e riflette la sua azione sugli stadi precedenti. R_1 è la resistenza di carico del rivelatore, ed ai suoi capi è presente la corrente fonica a B.F., la cui intensità — o meglio ampiezza — dipende dall'ampiezza del segnale applicato al diodo.

Quando detto segnale è forte, ovviamente la tensione presente ai capi di R_1 è elevata, e viceversa. E' importante rilevare che detta tensione è negativa rispetto a massa; si noti che anch'essa viene applicata, attraverso R_2, alle griglie di V_1 e V_2. Ciò comporta una diminuzione del coefficiente di amplificazione di entrambe. L'ammontare di tale diminuzione dipende naturalmente dall'ampiezza del segnale che si sviluppa ai capi di R_1; se essa è minima, è minima anche la tensione negativa applicata alle griglie, per cui le rispettive valvole subiranno solo una lieve diminuzione del rendimento, mentre tale diminuzione sarà considerevole se la tensione negativa sarà alta a causa della maggiore ampiezza del segnale presente ai capi di R_1.

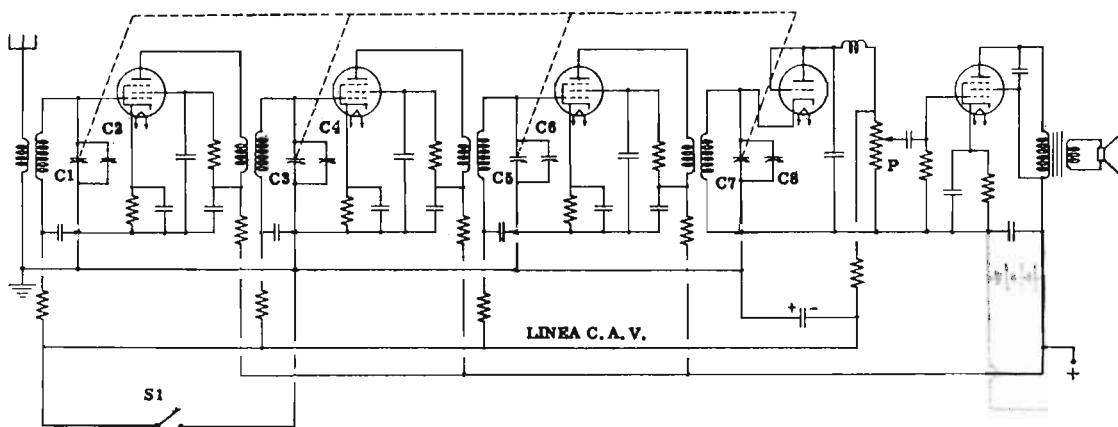



Fig. 16 - Schema tipico di un ricevitore a stadi accordati a cinque valvole. Le prime tre amplificano in Alta Frequenza: la quarta rivela e amplifica in Bassa Frequenza. La quinta è la finale le di potenza. Si notino il C.M.V. (P), ed il circuito C.A.V.

Da ciò si rileva anzitutto che il CAV riduce l'amplificazione di entrambe le valvole, ma che, essendo la riduzione proporzionale alla intensità del segnale, si ha una potenza d'uscita pressochè uniforme nonostante le eventuali variazioni del segnale stesso. Occorre inoltre notare che la riduzione generale di amplificazione — causata dal circuito CAV — è trascurabile in confronto all'amplificazione effettiva dei vari stadi.

Naturalmente, la caduta di tensione ai capi di R_1 è una tensione c.c. del tipo pulsante a frequenza acustica; la sua applicazione diretta alle griglie delle amplificatrici ad A.F. causerebbe distorsioni; per tale motivo essa viene filtrata prima della applicazione alle griglie delle valvole — onde sopprimere la componente ad audiofrequenza — mediante un filtro costituito da R_2 e C_1. La costante di tempo di questi due componenti è tale che le pulsazioni ad audiofrequenza vengono eliminate, e rimane una c.c. pura che viene applicata alle griglie delle valvole amplificatrici a radiofrequenza.

RICEVITORE TIPICO a STADI ACCORDATI

Fino ad ora, abbiamo esaminato, stadio per stadio, tutte le parti di un ricevitore a stadi accordati, i vari sistemi di rivelazione, ed i vari sistemi di controllo del volume, ossia della potenza d'uscita. E' giunto il momento di raggruppare i diversi circuiti analizzati e di formare lo schema di un ricevitore vero e proprio a stadi accordati, come ad esempio quello il cui schema elettrico è illustrato alla **figura 16.** L'antenna è accoppiata induttivamente all'ingresso della prima valvola amplificatrice. Vi sono tre stadi di amplificazione ad A.F. seguiti da uno stadio rivelatore: quattro circuiti di sintonia ad A.F. controllano gli ingressi di tali stadi e del rivelatore, e sono azionati simultaneamente in quanto C_1, C_3, C_5, C_7, ossia i condensatori variabili, sono montati su di un unico albero che determina la rotazione contemporanea e simmetrica di tutti i rotori. I condensatori C_2, C_4, C_6, C_8 sono compensatori, e possono essere regolati separatamente al fine di ottenere l'allineamento o taratura dei vari circuiti di sintonia, mediante la quale è possibile perfezionare una volta per sempre la loro sintonizzazione sulla medesima frequenza. Tutti questi stadi sono accoppiati mediante trasformatore.

I tre stadi di amplificazione ad A.F. adottano pentodi a coefficiente di amplificazione variabile. Lo stadio rivelatore agisce col sistema di rivelazione a diodo pur essendo un triodo in quanto la griglia e la placca sono collegate insieme per formare un diodo propriamente detto.

L'uscita dello stadio rivelatore è a sua volta accoppiata capacitivamente allo stadio di amplificazione a B.F. costituito anch'esso da un pentodo; l'uscita è collegata all'altoparlante mediante un normale trasformatore d'uscita.

Tutti gli stadi amplificatori sono polarizzati mediante polarizzazione catodica.

Un unico potenziometro, *P*, consente la regolazione del volume.

Quando l'interrutore S_1 è chiuso la sezione CAV viene cortocircuitata, per cui il relativo circuito non funziona. Si possono usare tre tipi di controllo del volume: il controllo manuale di guadagno in una posizione dello interruttore, ed il controllo sia manuale che automatico (CAV) nell'altra.

Il circuito di alimentazione può essere con valvola rettificatrice delle due semionde ad alto vuoto, e con il filtro del tipo detto a «π» con ingresso capacitivo.

Questo tipo di filtro sviluppa un'alta tensione a c.c. (circa 0,9 volte la tensione di picco della c.a.), ma lascia a desiderare in fatto di regolazione (stabilità di tensione in funzione del carico) della tensione. Tuttavia, la corrente assorbita dal circuito del ricevitore è abbastanza costante, per cui tale circuito di alimentazione funziona nonostante ciò in maniera efficace e soddisfacente, ed è adottato dalla maggior parte dei radioricevitori. La tendenza attuale è volta alla sostituzione della valvola raddrizzatrice con elementi ad ossido.

I ricevitori a stadi accordati sono stati completamente sostituiti dai ricevitori supereterodina che rimediano ai loro difetti consistenti nel presentare sensibilità e selettività non uniformi su tutta la gamma di sintonia, e difficoltà di ottenere il funzionamento realmente soddisfacente nella gamma delle frequenze molto alte.

SIMBOLI - ABBREVIAZIONI

C.M.V. = Controllo manuale di volume

C.A.V. = Controllo automatico di volume

A_1 = Anodo della prima sezione di una valvola multipla

A_2 = Anodo della seconda sezione di una valvola multipla

E_i = Potenziale di ionizzazione di una valvola a gas

E_e = Potenziale di estinzione in una valvola a gas

G_4 = Quarta griglia di una valvola multigriglia

G_5 = Quinta griglia di una valvola multigriglia

G_6 = Sesta griglia di una valvola multigriglia

K_1 = Catodo di una prima sezione di una valvola multipla

K_2 = Catodo della seconda sezione di una valvola multipla

E_{inv} = Tensione inversa

SEGNI SCHEMATICI

 = Triodo a gas (« thyratron »)

 = Eptodo

 = Ottodo

 = Diodo-triodo

 = Doppio diodo-triodo

 = Diodo-pentodo

 = Doppio diodo-pentodo

 = Doppio triodo con catodi in comune

 = Doppio triodo con catodi separati

 = Triodo pentodo con catodo in comune

 = Triodo pentodo con catodi separati

 = Triodo esodo

 = Triodo eptodo

 = Occhio magico

DOMANDE sulle LEZIONI 64ª e 65ª

N. 1 —
Quale è il numero massimo di griglie fino ad ora presente in una valvola multigriglia?

N. 2 —
Per quale motivo sono state create le valvole multiple? Quali sono i vantaggi che esse consentono nella realizzazione di apparecchiature elettroniche?

N. 3 —
Per quale motivo in una valvola a gas la tensione di ionizzazione è maggiore della tensione di estinzione?

N. 4 —
Quale è la differenza tra una lampada a gas per corrente continua e una per corrente alternata? E' possibile usarle indifferentemente?

N. 5 —
Cosa si intende per massima tensione inversa, in un diodo a gas? Per quale motivo è indispensabile tenerne conto?

N. 6 —
Quale è il gas contenuto in una valvola a catodo caldo?

N. 7 —
Per quale motivo le valvole a gas a catodo caldo necessitano, prima di entrare in funzione, di un tempo di riscaldamento?

N. 8 —
Cosa si intende per « thyratron »?

N. 9 —
Quali devono essere le caratteristiche di una valvola, affinchè essa possa funzionare su frequenze elevatissime?

N. 10 —
Quali sono le differenze principali tra un ricevitore a reazione ed uno a stadi accordati?

N. 11 —
Quanti e quali sono i tipi di rivelazione?

N. 12 —
Quali sono i principali inconvenienti del ricevitore a reazione?

N. 13 —
Cosa si intende per C.A.V.? A cosa serve?

N. 14 —
In quale modo agisce il C.A.V.? In quali circuiti viene normalmente applicato?

N. 15 —
Come devono essere le valvole controllate da un circuito C.A.V.?

N. 16 —
Per quale motivo, in un ricevitore a stadi accordati, è opportuno predisporre dei compensatori in parallelo ai vari settori del condensatore variabile?

RISPOSTE alle DOMANDE di Pag. 497

N. 1 — La frequenza, o l'ampiezza o la fase.

N. 2 — Applicando un segnale a Bassa Frequenza in modo tale che ogni valore istantaneo di detto segnale faccia variare, attraverso opportuni circuiti, l'ampiezza della portante, senza variarne la frequenza.

N. 3 — La percentuale di modulazione è il rapporto percentuale tra la tensione di picco del segnale modulante, e la tensione di picco della portante.

N. 4 — Tre: la portante stessa, e due frequenze pari rispettivamente alla somma e alla differenza tra la prima e quella del segnale modulante. Queste frequenze costituiscono le bande laterali.

N. 5 — Nelle bande laterali.

N. 6 — Il sistema di modulazione di ampiezza è sensibile alle interferenze di segnali parassiti, come ad esempio scariche elettriche, campi elettromagnetici, ecc., i quali si manifestano sotto forma di disturbi uniti alla ricezione. Il sistema a modulazione di frequenza ne è invece immune.

N. 7 — I valori istantanei del segnale modulante provocano, mediante opportuni circuiti, variazioni proporzionali nella frequenza della portante.

N. 8 — Nella modulazione di fase, la fase istantanea della portante viene variata dal segnale modulante.

N. 9 — Perchè, con modulazione del 100%, allorchè i due segnali sono in fase, la potenza della portante modulata è doppia di quella della portante non modulata, mentre, allorchè sono in opposizione di fase, la portante modulata scende a zero. Se la potenza modulante fosse maggiore, la modulazione sarebbe superiore al valore massimo del 100%.

N. 10 — Perchè le variazioni di resistenza tra i granuli determinano variazioni di tensione già abbastanza elevate.

N. 11 — Adattare l'impedenza del microfono a quella dell'ingresso di uno stadio di amplificazione.

N. 12 — I tipi a nastro ed a bobina mobile.

N. 13 — Adattare all'impedenza d'ingresso di uno stadio di amplificazione, quella della linea di un microfono.

N. 14 — Perchè dette vibrazioni provocano variazioni proporzionali di capacità, le quali si traducono in impulsi elettrici di caduta di tensione ai capi di una resistenza.

N. 15 — Creare il campo magnetico costante, che viene tagliato dalla bobina o dal nastro a causa delle vibrazioni dovute alle onde sonore, producendo così impulsi di corrente.

N. 16 — Il primo riceve indifferentemente i suoni provenienti da tutte le direzioni, il secondo quelli provenienti da due sole, ed il terzo da una sola. Sempre però con una certa tolleranza.

N. 17 — Nel primo il campo magnetico è determinato dalla corrente che scorre nell'avvolgimento di eccitazione, nel secondo invece da un magnete permanente.

N. 18 — Trasformare i segnali elettrici in impulsi magnetici che, reagendo col campo magnetico costante, si traducono in vibrazioni meccaniche.

Caratteristica principale dei radioricevitori sin quì descritti ai fini di una loro eventuale realizzazione (senz'altro raccomandabile a chi si è avvicinato alla radio con l'inizio del Corso) è stata la loro modesta potenza e, soprattutto, la loro scarsa sensibilità e selettività. Questi fattori negativi hanno impedito di consigliare tali costruzioni come apparecchi radio da utilizzare effettivamente per un regolare ascolto. Lo studio abbastanza analitico che abbiamo fatto nei riguardi del più noto mezzo di amplificazione, la valvola, ci consente ora di affrontare, con cognizione di causa, i circuiti in cui la valvola è applicata, e, conseguentemente, gli apparecchi riceventi a valvole. La loro teoria, riferita ai ricevitori a stadi accordati, è stata sviluppata nella lezione precedente: la presente lezione vuole essere un'indicazione, o meglio un ausilio, per mettere il lettore a contatto con la pratica. Nello stesso tempo, questa volta, il ricevitore presentato, pur essendo sotto diversi aspetti ancora dilettantistico, offre una serie di prerogative che possono suggerire, in certi casi, un suo continuo impiego. Vediamone pertanto le caratteristiche esaminandone ed illustrandone lo schema.

Lo SCHEMA ELETTRICO

Il ricevitore comprende uno stadio rivelatore di rendimento molto elevato, uno stadio amplificatore di Bassa Frequenza, anch'esso molto efficace, ed una sezione d'alimentazione da rete a corrente alternata (**figura 1**).

Vediamo qui, a mezzo di V_1, applicato in pratica il sistema di rivelazione a reazione del quale abbiamo detto nella lezione precedente. A prescindere dalle considerazioni relative al metodo della superreazione (che può essere adottato solo sulle frequenze molto elevate), il sistema di rivelazione a reazione è senza dubbio ineguagliabile nel complesso di sensibilità che conferisce al ricevitore.

Il ritorno di segnale — caratteristico del sistema — viene effettuato da L_6 nei confronti di L_5: la prima può perciò essere definita bobina di reazione mentre la seconda è, evidentemente, quella di sintonia. La regolazione di P_1 che varia la tensione alla griglia schermo della valvola, fa si che questa si trovi ad un certo punto in condizioni prossime all'oscillazione. L'oscillazione naturalmente non deve essere innescata ma, tuttavia, P_1 deve essere ruotato per una posizione ad essa prossima: ciò equivale al più alto rendimento del dispositivo reattivo, vale a dire ad una sensibilità molto spinta.

Un commutatore a tre posizioni (tre vie) permette di includere L_1 o L_2 al posto di L_6 e, contemporaneamente L_3 o L_4 al posto di L_5. I diversi valori induttivi così selezionati predispongono l'apparecchio per altrettante gamme d'onda. Così, mentre con l'assieme L_6-L_5 avremo le caratteristiche di induttanza necessarie per l'esplorazione della gamma ad onde medie (200-600 metri, circa), con L_1-L_3 potremo ricevere le onde da 35 a 55 metri, e con L_2-L_4 quelle da 21 a 35 metri, vale a dire due gamme di onde corte.

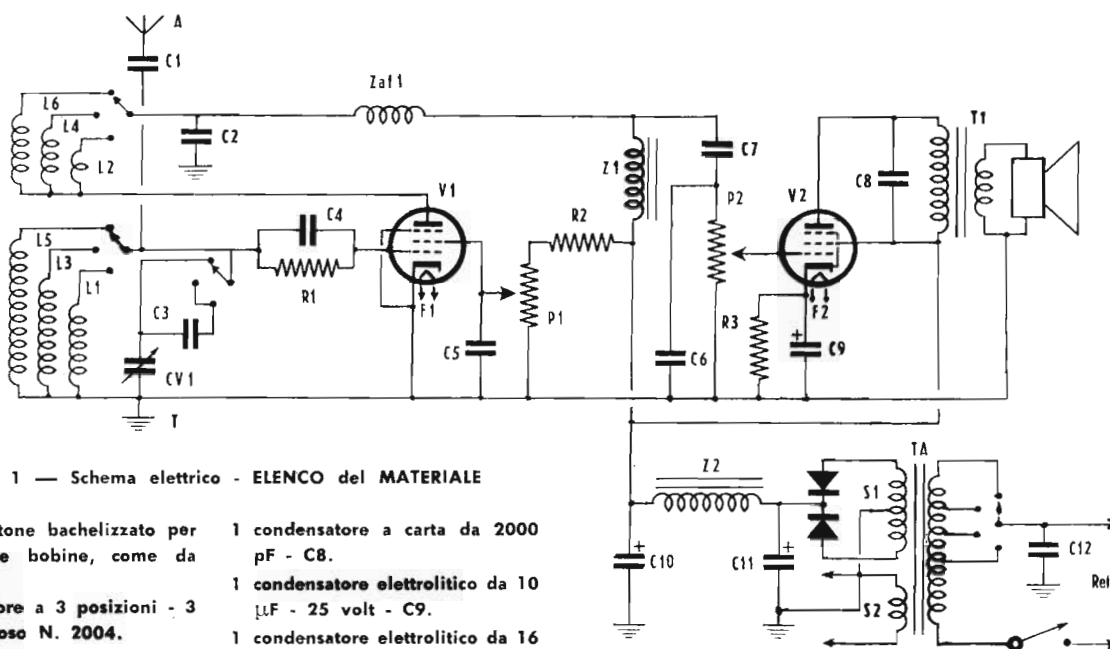



Figura 1 — Schema elettrico - **ELENCO del MATERIALE**

- **Tubo di cartone bachelizzato per costruzione bobine, come da fig. 2.**
- **1 commutatore a 3 posizioni - 3 vie - Geloso N. 2004.**
- **1 condensatore variabile da 500 pF - CV1 - GBC N. 0/133.**
- **1 condensatore a mica da 50 pF - C1.**
- **1 condensatore a carta da 200 pF - C2.**
- **1 condensatore a mica da 88 pF - (circa) C3.**
- **1 condensatore a mica da 250 pF - C4.**
- **1 condensatore a carta da 0,1 μF - C5.**
- **1 condensatore a carta da 500 pF - C6.**
- **1 condensatore a carta da 0,01 μF - C7.**
- **1 condensatore a carta da 2000 pF - C8.**
- **1 condensatore elettrolitico da 10 μF - 25 volt - C9.**
- **1 condensatore elettrolitico da 16 μF - 350 volt - C10.**
- **1 condensatore elettrolitico da 8 μF - 350 volt - C11.**
- **1 condenastore a carta da 10.000 pF - 1500 volt - C12.**
- **1 resistenza da 2 Mohm - 0,5 w - R1.**
- **1 resistenza da 0,2 MΩ - 0,5 w - R2.**
- **1 resistenza da 250 ohm - 2 w - R3.**
- **1 potenziometro da 0,5 MΩ - lineare - P1.**
- **1 potenziometro da 0,5 MΩ - con interruttore - P2.**
- **1 impedenza di A.F. - Zaf1 - Geloso N. 559.**
- **1 impedenza di B.F. - Z1 - Geloso N. 321/40.**
- **1 raddrizzatore a ossido - 2 semionde - GBC E/43.**
- **1 cambio-tensioni per 4 oppure 6 tensioni.**
- **1 altoparlante da 16 cm - con trasformatore (T1) - per valvola 6AQ5 - Geloso N. SP160.**
- **1 trasformatore di alimentazione - TA - Geloso N. 5505.**
- **1 impedenza di filtro - 8H - 75 mA - Geloso N. 160 R.**
- **1 presa Antenna-Terra - 2 zoccoli per valvole - Telaio di cm 20×14×6.**
- **1 cordone con spina per rete - 1 cordone per altoparlante - viti - capicorda - stagno - filo per collegamenti - bottoni di comando - manopole graduate.**

Il condensatore variabile CV_1 che viene a trovarsi in parallelo alle citate bobine di sintonizzazione (L_5-L_3-L_1) è unico e di un valore idoneo a coprire, con tutta la rotazione, l'intera gamma delle onde medie. Se un tale valore (500 pF) fosse posto in parallelo alle bobine per onde corte si coprirebbe invero una gamma più ampia di queste ultime, ma il notevole rapporto C/L farebbe sì che minimi movimenti della manopola di comando di CV_1 comporterebbero variazioni importanti di frequenza: in altre parole, l'accordo delle stazioni riuscirebbe oltremodo critico e, indirettamente, poco stabile. Per le onde corte quindi è consigliabile un più basso valore di capacità, che, distribuito su tutta la rotazione del variabile, porta ad un accordo più comodo e più sicuro. Vi sono condensatori con due sezioni di differente valore allo statore, come sappiamo, ma per evitare la necessità dell'acquisto di un nuovo condensatore ai lettori che si fossero già accinti alla costruzione degli apparecchi precedenti, siamo ricorsi alla semplice soluzione visibile nello schema. Ponendo due capacità in serie, — nel nostro caso CV_1 e C_3 — il lettore sa che la capacità risultante è data da $(CV_1 \times C_3) : (CV_1 + C_3)$.

Dato che la capacità risultante prescelta per le gamme delle onde corte deve essere di 75 pF, l'espressione di cui sopra deve dare per risultato 75. Pertanto, noto il valore di CV_1 in 500 pF (condensatore tutto chiuso) avremo:

$$(CV_1 \times C_3) : (CV_1 + C_3) = 75$$
$$(500 \times C_3) : (500 + C_3) = 75$$
$$500 \times C_3 = 75\,(500 + C_3)$$
$$500 \times C_3 = (75 \times 500) + (75 \times C_3)$$
$$(500 \times C_3) - (75 \times C_3) = 75 \times 500$$
$$425 \times C_3 = 37.500$$
$$C_3 = 37.500 : 425 = 88{,}2 \text{ pF.}$$

Così, ponendo in serie al condensatore variabile da 500 pF una capacità fissa di 88 pF, faremo sì che il valore massimo raggiungibile sia di 75 pF. L'accordo sulle onde corte ne resterà molto agevolato e noi avremo utilizzato un variabile a sezione unica.

Naturalmente, disponendo di un condensatore a due sezioni (occorre però che queste siano di 425 e 75 pF) si potrà fare a meno di C_3 predisponendo la commutazione

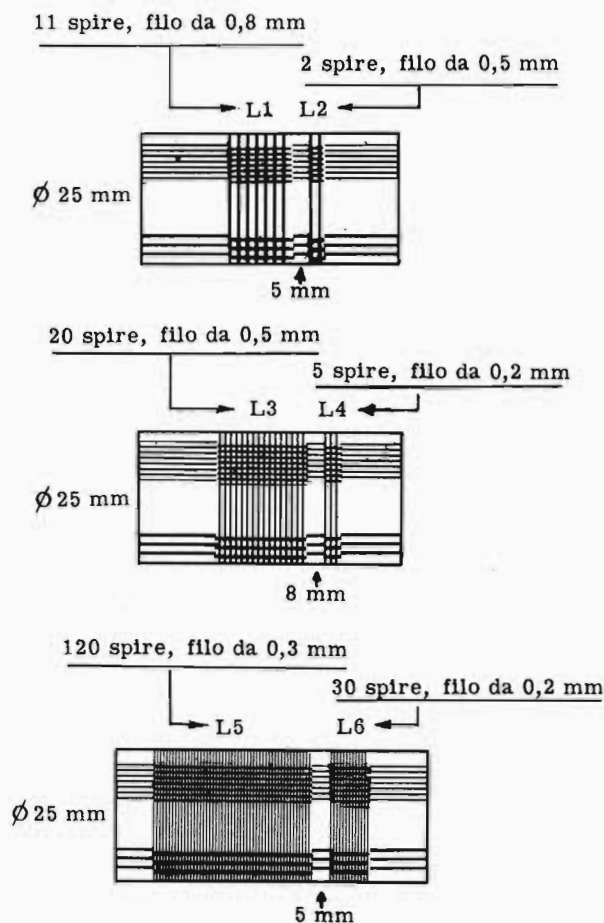



Fig. 2 — Dati costruttivi dell'induttanza.

Il tubetto delle due bobine per onde corte sarà lungo 4 cm: quello della bobina per onde medie, 5 cm. L'inizio dell'avvolgimento di L1 (lato sinistro della figura) va collegata a massa: la fine avvolgimento va, ovviamente, al proprio ancoraggio sul commutatore (griglia). L'inizio di L2 (lato sinistro) va al commutatore (placca) e la fine alla tensione positiva. Quanto sopra vale anche per le altre induttanze.
L1 sarà avvolta a spire spaziate in modo da occupare 15 mm; L3 ed L5 saranno a spire affiancate e così pure L2 - L4 - L6. Gli altri dati sono riportati presso le figure. Gli stessi fili di avvolgimento possono servire per il collegamento esterno alla bobina.

in modo da sommare (unione in parallelo) le due parti per le onde medie, ed includere solo quella a 75 pF nella ricezione delle onde corte.

La rivelazione vera e propria, a parte il fenomeno della reazione, avviene col sistema a falla di griglia (C_4-R_1) già illustrato. Per terminare in merito alla sezione a radiofrequenza diremo che una notevole semplificazione costruttiva è apportata dalla omissione di avvolgimenti primari d'aereo: si è potuto evitare il ricorso ad una quarta sezione del commutatore. Il collegamento diretto dell'antenna, tramite C_1, rende però più determinante il tipo di aereo prescelto: per questo motivo non sarà male sperimentare, per C_1, valori diversi onde rendersi conto della capacità più opportuna in relazione alle proprie condizioni di installazione. In linea di massima, valori più bassi contribuiscono ad un aumento della selettività a volte necessario in quanto la soluzione adottata porta ad una selettività inferiore nei confronti del circuito con primario d'aereo.

Compito di C_2 è di avviare a massa la radiofrequenza eventualmente presente su quello che deve essere il lato cosidetto « freddo » delle induttanze di reazione. Zaf_1 contribuisce poi a chè la radiofrequenza non s'inoltri all'amplificazione di Bassa Frequenza: essa è un'impedenza e pone ostacolo al passaggio.

Il carico della valvola rivelatrice (ai capi del quale si raccoglie il segnale) è costituito dall'impedenza di Bassa Frequenza Z_1. Con tale impedenza raggiungiamo il duplice scopo di offrire alla valvola un carico assai elevato (superiore spesso a quello del primario di un trasformatore) e, nello stesso tempo, consentirle un alto valore nella tensione di placca (molto più alto che se, in luogo di Z_1, avessimo, come carico, una resistenza di adeguato valore).

Il segnale rivelato, privo di qualsiasi traccia di radiofrequenza, tramite C_7 perviene ai capi di P_2 il cui cursore, collegato alla griglia di V_2 fa sì che alla stessa possa essere trasferito tutto o in parte il segnale stesso (P_2 è quindi un regolatore manuale di volume).

La valvola V_2 — pentodo di amplificazione del tipo detto « finale » — può fornire notevole potenza: di entità tale da consentire l'impiego di un altoparlante di medio diametro (12-16 cm). Essa è polarizzata sul catodo (a mezzo di R_3 che provoca una caduta di tensione in quanto in essa deve passare tutta la corrente di placca consumata dalla valvola, nonchè quella della griglia-schermo). Per far sì che il potenziale del catodo possa essere considerato a massa nei riguardi della Bassa Frequenza, è inserito C_9, condensatore di elevata capacità, del tipo elettrolitico, che elimina qualsiasi fluttuazione ai capi di R_3.

Il carico di V_2 è, evidentemente, il primario del trasformatore d'uscita T_1. Ai suoi capi si può notare la presenza di C_8: si tratta di un condensatore che elimina una parte delle frequenze più alte dal trasferimento al secondario, rendendo spesso la riproduzione finale più gradevole. L'azione di C_8 può considerarsi quella di un correttore di « tono » del tipo fisso. Va da sè che questo condensatore può anche essere omesso, come può esserne variato il valore, scegliendo quello che, ad orecchio, sembra soddisfi meglio il gusto dell'ascoltatore. T_1 dovrà presentare una impedenza primaria di 5.000 ohm (carico adatto a V_2) ed una secondaria di pochi ohm (pari all'impedenza della bobina mobile dell'altoparlante adottato). Quasi sempre T_1 è montato sul cestello dell'altoparlante (e non sullo chassis del ricevitore) e con esso è anche C_8.

Non ci rimane — sull'argomento schema — che dare qualche cenno riguardante la sezione di alimentazione. La tendenza moderna ci ha suggerito di eliminare la valvola raddrizzatrice sostituendola con due elementi ad ossido, mediante i quali vengono raddrizzate entrambe le semionde. TA fornisce, con S_1 l'alta tensione necessaria nonchè, con S_2, una tensione per l'accensione di V_1 e V_2 (F_1 ed F_2). Un lato di questo secondario, così come il centro dell'avvolgimento dell'alta tensione, è connesso a massa. Il sistema di filtraggio per livellare la tensione raddrizzata è convenzionale; vi provvedono C_{11}-Z_2-C_{10}. Dal lato del primario di TA un cambio-tensioni permette l'adattamento alle diverse tensioni di rete, mentre un condensatore, C_{12}, non permette l'inoltro (deviandole a massa) ad eventuali tensioni di disturbo presenti sulla rete che si traducono, se non eliminate, in un noioso ronzio.

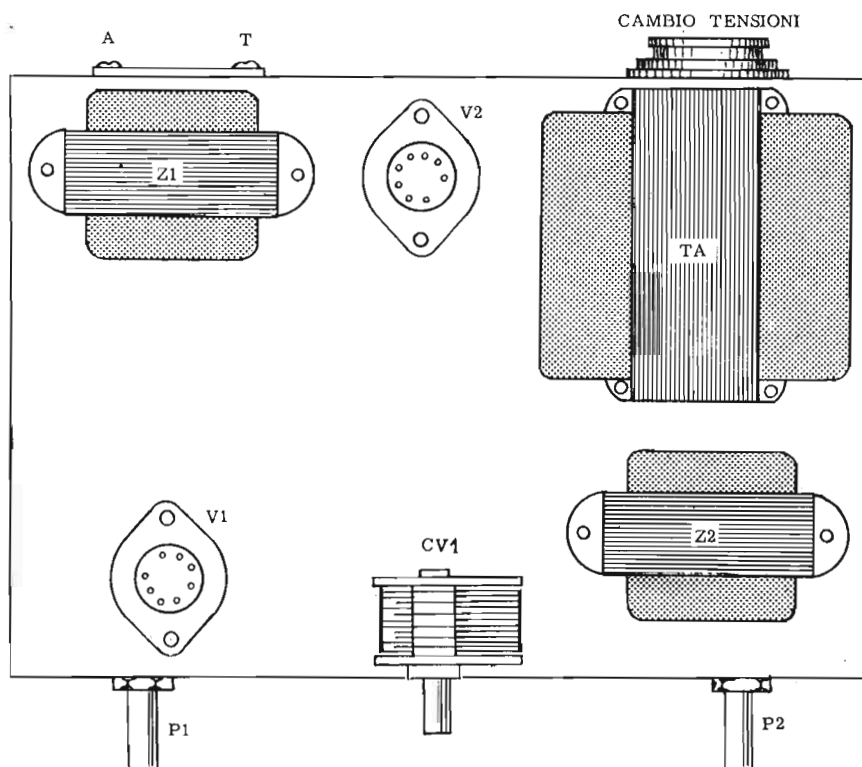



Fig. 3 — Suggerimento per la predisposizione delle parti su di un telaio di alluminio o ferro, di cm 20×14, alto 6 cm. Se proprio necessario, si può fare in modo che l'assieme occupi minore spazio avvicinando i diversi componenti, ma lasciandoli reciprocamente collocati così come indicato. Il lato frontale sarà munito di pannello metallico.

MONTAGGIO

La realizzazione dell'apparecchio prevede la costruzione delle bobine di induttanza. A questo scopo si troveranno tutte le indicazioni necessarie alla **figura 2.** I disegni del telaio o chassis con la dislocazione dei componenti possono essere considerati, in certo qual modo, orientativi. Si possono apportare infatti, senza pregiudizio, molte varianti, e tutto dipenderà dal tipo di materiale prescelto nonchè dal fatto se si ricorre a chassis già disponibile o meno. Ciò che conta è che il commutatore di gamma e le relative bobine siano tra loro vicine e non molto distante da essi sia V_1. Stanti le possibili varianti, abbiamo ritenuto superfluo disegnare un completo piano dei collegamenti e la posizione di resistenze e condensatori fissi.

I diversi comandi saranno muniti di bottoni o manopoline: una manopola grande, graduata, è opportuno venga usata per CV_1 perché così sarà più agevole la ricerca e l'individuazione delle stazioni. Si noti che l'interruttore generale di accensione è abbinato, nel comando, al potenziometro regolatore di volume, P_2. Non si dimentichi di rispettare la polarità dei condensatori elettrolitici (C_9, C_{10}, C_{11}).

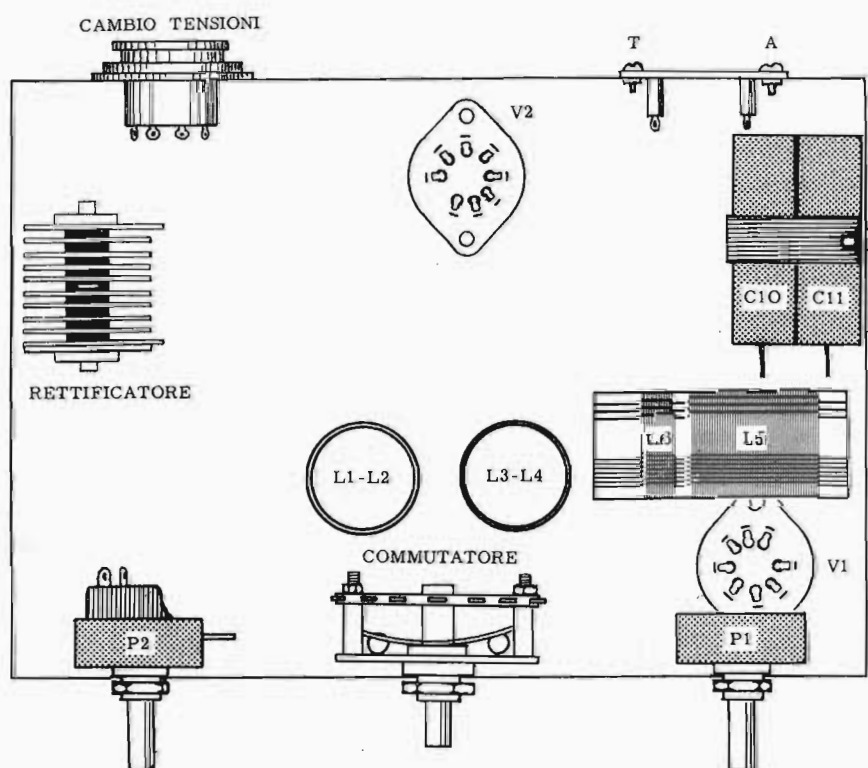



Fig. 4 — Veduta all'interno dello chassis di cui sopra. Il comando di gamma (commutatore) rimane sotto a quello del condensatore variabile di sintonia CV1: è bene perciò dotare il commutatore di bottone piccolo per non impedire l'uso di una manopola grande per CV1. I condensatori elettrolitici C10 e C11 possono essere anche del tipo tubolare.

I collegamenti di griglia, contenuti per entrambe le valvole nella minima lunghezza possibile, verranno tenuti lontano dai collegamenti dei filamenti, onde evitare accoppiamenti induttivi che potrebbero essere causa di rumore di fondo.

Con i condensatori a carta, si farà in modo che il terminale uscente dal lato contrassegnato con un anello intorno all'involucro, sia connesso al punto avente minore impedenza verso massa. Ad esempio, nel caso di C_3, tale terminale sarà a massa, mentre nel caso di C_7, esso corrisponderà al lato positivo dell'alta tensione.

Come per le altre apparecchiature realizzate, una volta terminato il montaggio, ed installate le varie manopole di comando, si controllerà con la massima cura che non vi siano errori di collegamento, che le saldature siano state eseguite alla perfezione, e che nessun collegamento sia stato dimenticato.

Se tutto risulta in ordine, si può provvedere al collaudo ed alla messa a punto.

MESSA a PUNTO e FUNZIONAMENTO

La prima operazione consiste nel controllare — ad apparecchio spento — che non vi siano corto-circuiti ai capi dell'alta tensione. Con l'ohmetro sulla portata più elevata, si misurerà la resistenza ai capi di C_{11}, che deve essere — alla fine del lento ritorno dell'indice alla posizione di partenza — dell'ordine di 500 kohm. Tale è il valore della resistenza di dispersione di C_{11} e C_{10} in parallelo tra loro attraverso Z_2.

Ciò fatto (le valvole non devono ancora essere inserite), si innesterà la spina nella presa di corrente, non senza aver controllato che il cambio-tensioni sia regolato sulla tensione disponibile. Una volta acceso l'apparecchio, si controllerà col « tester » in posizione « Volt C.A. », che ai capi del secondario S_1 di TA sia presente una tensione di circa 560 volt, e che ai capi dei due filamenti sia invece presente una tensione di circa 6 volt. Si innesteranno le valvole, si riaccenderà l'apparecchio, e si misurerà la tensione ai capi di C_{11}. Detta tensione (corrente continua) sarà all'inizio di circa 350 volt, e, in seguito all'accensione dei catodi delle valvole, scenderà al valore di 250 volt circa.

Usufruendo di un'antenna di fortuna o dell'antenna definitiva se questa è già stata installata, non sarà difficile captare — ruotando CV_1 — qualche emissione. E' preferibile iniziare queste prove sulla gamma delle onde medie. A proposito dell'antenna diremo subito che, nel caso si voglia adibire il ricevitore stabilmente alla ricezione, è opportuno prevederne un tipo esterno. In tal caso, specialmente sulle onde corte, l'apparecchio può permettere risultati veramente sorprendenti grazie allo sfruttamento della reazione.

Individuata una stazione emittente con CV_1, si osserverà come la posizione di P_1 influisca sulla ricezione. La stazione sarà preceduta e seguita (nella rotazione del variabile) da due « fischi » più o meno accentuati a seconda della posizione del potenziometro. Quest'ultimo poi dovrà assumere posizioni diverse in dipendenza dell'intensità del segnale in arrivo. Si constaterà che la sensibilità più alta corrisponde al limite dell'innesco e non sarà difficile, dopo un po' di prove, manovrare il comando di P_1 nel modo più idoneo.

Le prove di cui sopra saranno eseguite con P_2 a metà o a tre quarti della sua rotazione. Questo potenziometro regola solo il volume sonoro e non ha influenza sulla sensibilità e sull'accordo, mentre P_1 può rendere necessario un leggero ritocco contemporaneo di CV_1.

Nei confronti di una emittente locale che impedisca l'ascolto di altre stazioni per la sua posizione di frequenza e per la sua potenza, si può provvedere con un filtro d'antenna. Si veda a pagina 328 quanto è già stato esposto su questo argomento.

Abbiamo supposto sin qui che tutto si sia dimostrato regolare immediatamente, ma — specialmente se il costruttore è alle prime armi — possono verificarsi degli errori; è augurabile che essi non siano gravi, o per lo meno tali da compromettere l'integrità di qualche componente. Se non si è troppo sicuri della propria abilità non si tema di verificare troppo il lavoro, prima di dare tensione.

Nel caso che non si pervenga alla ricezione di stazioni, per individuarne la causa si analizzerà il montaggio in modo razionale. Si consideri sempre il ricevitore suddiviso nelle sue tre sezioni e si controlli l'una indipendentemente dall'altra.

La prima fase del controllo riguarda le tensioni di alimentazione. Esse devono essere presenti laddove, secondo lo schema elettrico, è necessario siano: elettrodi delle valvole, filtro di alimentazione.

Se la sezione di alimentazione è corretta e funzionante, si verifichi, in modo grossolano ma sufficientemente utile, l'amplificazione di Bassa Frequenza, toccando con un dito il cursore di P_2, allorchè lo stesso è ruotato per il massimo volume. Ciò equivale ad introdurre sulla griglia di V_2 una tensione di ronzio che la valvola deve amplificare fornendo all'altoparlante un apprezzabile segnale.

Per ultimo, con alimentazione e Bassa Frequenza in ordine, si controlli — persistendo l'anomalia — la rivelatrice ed i suoi circuiti. Come si è fatto per la griglia di V_2 si agisca sulla griglia di V_1 che, al contatto esterno della mano, deve provocare un forte ronzio allo altoparlante. Una causa di mancato funzionamento della reazione può risiedere nei collegamenti alle induttanze: in caso dubbio, si invertano tra loro i capi della bobina di reazione.

Volendo, può essere utilizzato lo stadio di amplificazione B.F. come amplificatore di segnale fonografico: sarà sufficente portare — con cavetto schermato — tale segnale proveniente dal fonorivelatore, al lato superiore di P_2, mentre lo schermo del conduttore sarà connesso a massa su P_2 stesso, al lato inferiore.

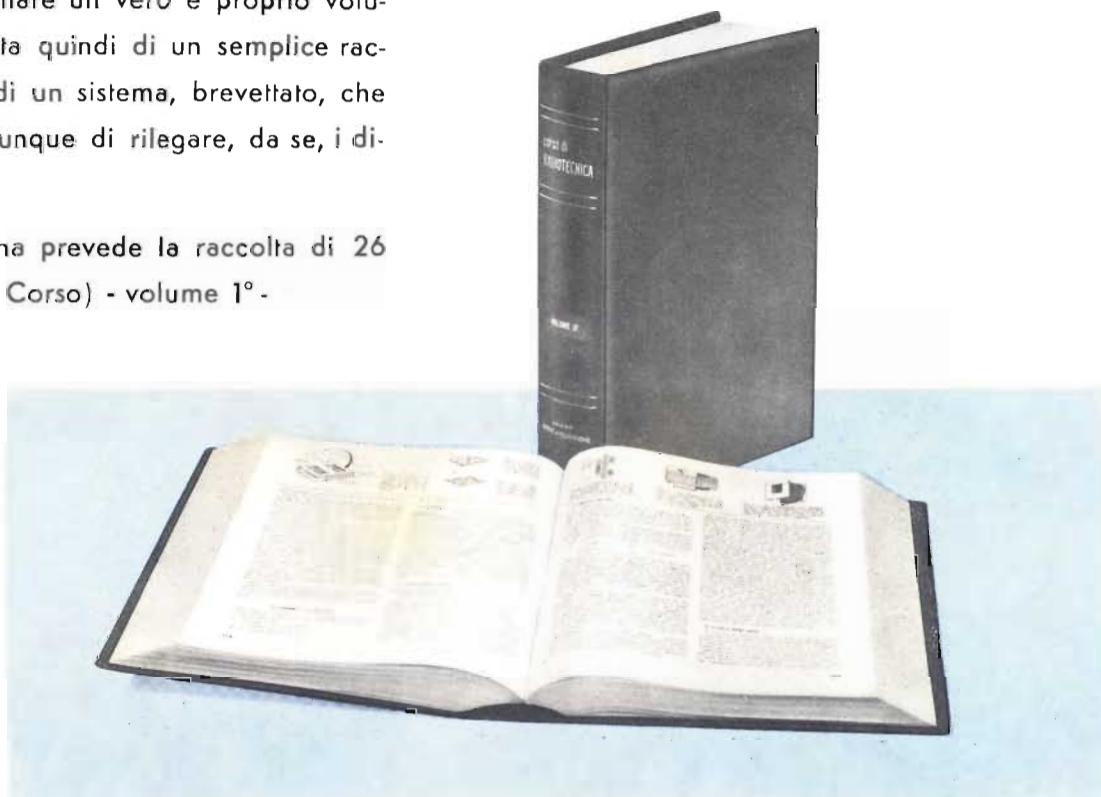
Il ricevitore è progettato in modo che non sono previste per esso (salvo filtro di antenna di cui si è detto) modifiche che lo integrino o lo migliorino. Ulteriori stadi sarebbero superflui. Dopo tale apparecchio il lettore potrà cimentarsi con le supereterodine, previo studio della relativa teoria, (che sarà oggetto di apposita lezione), poichè questo ricevitore rappresenta un assieme ancora interessante per la sua semplicità; quelli a stadi accordati sono stati da tempo abbandonati e non è il caso di effettuarne la costruzione.

per RILEGARE

le lezioni del "Corso di RADIOTECNICA„ potete ora disporre di una apposita, razionale copertina - imitazione pelle - con diciture in oro.

La copertina viene fornita con tutto il necessario atto a formare un vero e proprio volume: non si tratta quindi di un semplice raccoglitore, ma di un sistema, brevettato, che consente a chiunque di rilegare, da se, i diversi fascicoli.

Questa copertina prevede la raccolta di 26 fascicoli (metà Corso) - volume 1° -

POTETE EVITARE QUALSIASI ALTRA SPESA PER FORMARE IL VOSTRO VOLUME

L'INVIO VIENE EFFETTUATO A MEZZO POSTA E LE RICHIESTE — ACCOMPAGNATE DALL'IMPORTO DI LIRE 880 + 100 (RIMBORSO SPESE SPEDIZIONE) = **LIRE 980** - DEVONO ESSERE INDIRIZZATE DIRETTAMENTE AL **« CORSO DI RADIOTECNICA »** - **VIA DEI PELLEGRINI 8/4 - MILANO.**

L'IMPORTO DI LIRE 980 PUO' ESSERE VERSATO SUL CONTO CORRENTE POSTALE N. 3/41203, MILANO. — SI PREGA DI SCRIVERE IN MODO MOLTO CHIARO IL PROPRIO INDIRIZZO.

PER I SUCCESSIVI 26 FASCICOLI E' IN PREPARAZIONE LA COPERTINA CON LA DICITURA **« VOLUME II° »**. POTRA' ESSERE ACQUISTATA TRA QUALCHE TEMPO E, DATO IL PARTICOLARE SISTEMA, I FASCICOLI VI **POTRANNO ESSERE RILEGATI OGNI SETTIMANA.**

ALLA FINE DEL « **CORSO** » E' PREVISTA LA PUBBLICAZIONE DI UNA « ERRATA CORRIGE » E DI INDICI MOLTO UTILI E PRATICI PER LA RICERCA DEI VARI ARGOMENTI.

Anche se possedete già dei fascicoli del « Corso di RADIOTECNICA »
VI POTETE ABBONARE

Calcolando un importo di lire 120 (centoventi) per ogni fascicolo in vostro possesso, detraete l'ammontare dalla quota di abbonamento. **Inviando la differenza** precisate i singoli numeri dei fascicoli esclusi.
Se vi interessano invece fascicoli arretrati affrettatevi a richiederli prima che qualche numero risulti esaurito. Attualmente possiamo spedire i fascicoli finora pubblicati, **a lire 150 cadauno** in luogo di lire 300 (prezzo normale degli arretrati).

Versamenti sul conto corrente postale N. 3/41.203 - Milano.

Dal 1931 su tutti i mercati del mondo

CHIEDETE IL LISTINO DELLE PARTI STACCATE ED IL "BOLLETTINO TECNICO GELOSO"

Direzione Centrale: **GELOSO** S.p.A. Viale Brenta 29 - MILANO 808

HEATH COMPANY

MODELLO

TC-3

REQUISITI

CARATTERISTICHE

Prove	Controlla la qualità, l'emissione, gli elettrodi in corto circuito, le connessioni interrotte, la continuità dei filamenti
Tipi di tubi	A 4, 5, 6, 7 piedini, grandi, normali, miniatura, octal, loctal, Hytron, Noval, e lampadine spie
Scale	Strumento ad indice con 112 mm. di scala, con le suddivisioni « BUONA - AVARIATA »
Tabella di riscontro a tamburo	Illuminata e di movimento agevole
Tensioni di filamento	Selezione con commutatore di 14 differenti tensioni comprese fra 0,75 Volt e 117 Volt
Tensioni di prova	da 0 a 250 Volt
Alimentazione	105 ÷ 125 Volt c.a. - 50 ÷ 60 Hz. con possibilità di regolazione della tensione di rete
Dimensioni	larghezza 35, profondità 27, altezza 10,5 cm.

- Semplificazione del cablaggio.
- Tabella di riscontro di tipo a tamburo, illuminata e bilanciata nel suo movimento.
- Interruttori e commutatori individuali per ogni elemento.
- Costruzione funzionale ed elegante.
- Strumento ad indice ad ampia scala, tre scale colorate, ampiezza della scala 112 mm.

RAPPRESENTANTE GENERALE PER L'ITALIA

LARIR soc. r. l. **MILANO** P.zza 5 GIORNATE 1 Telefoni: 795.762 - 795.763

AGENTI ESCLUSIVI DI VENDITA PER: LAZIO - UMBRIA - ABRUZZI

Soc. FILC RADIO - ROMA

Piazza Dante, 10 - Telefono 736.771

EMILIA MARCHE

Ditta **A. ZANIBONI - BOLOGNA**

Via Azzogardino, 2 - Telefono 263.359